VOLUME 3. NUMBER 1. JANUARY 1930

CEMENT
AND
CEMENT MANUFACTURE

THE INTERNATIONAL FOUR-LANGUAGE CEMENT JOURNAL

MANAGING EDITOR: H. L. CHILDE. CONSULTING TECHNICAL EDITOR: S. G. S. PANISSET.

ENGLISH SECTION

PARTIE FRANÇAISE PAGE 93
DEUTSCHER TEIL SEITE 151
SECCIÓN ESPAÑOL PAG 211

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE."

WITH the publication of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE in four languages, in which form it is to be issued monthly in future, the cement manufacturers of the world have a medium for the interchange of information possessed by no other industry in any country.

The decision to publish this journal in four languages was reached because in the opinion of the proprietors such an international journal is really necessary for the well being of the world's cement industry. In many countries valuable research work is being carried out; new ideas in manufacturing processes are being experimented with; new types of machinery and labour-saving appliances are being adopted. Every cement

manufacturing country has something to learn from other countries. Up to the present, information on such developments has been published in the languages of those responsible for the researches or improvements and has not been readily available to manufacturers in other countries speaking different languages.

The object of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE is to present the views of the world's foremost authorities on every aspect of the manufacture and testing of cement in the languages of the leading cement producing countries. Thus valuable information will be available throughout the world whatever its country of origin, and it will moreover be available in four different languages. It may be said that the cement industry is in fact an international one, for not only do most cement manufacturing countries export their product to other countries, but manufacturers of cement manufacturing plant and testing apparatus carry on a world-wide trade.

In this number we have the privilege of publishing articles from a very considerable number of the most eminent authorities on cement in Europe, the United States, and elsewhere. We hope other authorities, and younger engineers and chemists too, will send for publication any interesting views they wish to express, or articles or notes on new developments that may be of service to their fellow workers throughout the world. Liberal payment is made for all such contributions. In this way the cement industries of the world will be cemented together by a common bond of goodwill; workers in one country will become known to those in other countries; the progress of the industry will be helped by the interchange of views and experience; and a mutual goodwill and trust established that should do their part in preserving the peace of the world.

Articles Held Over.

OWING to the great volume of articles and illustrations received for this number, it has been necessary to hold some of it over until the February issue in order to avoid making the January number too bulky and unwieldy. The articles held over include some of very great interest to the cement industry.

"At my age one begins to have the right to take a little rest. The young engineers and chemists of to-day should consider it their duty to undertake research work and make their results known the world over, as I in my time have done."



H. Le Chatelier

A Message from Henry Le Chatelier.

On the occasion of the publication of the first number of the first International Cement Journal, we are particularly glad to be able to publish the above message of encouragement from one of the most energetic pioneers of science as applied to industry the world has ever known

Henry Le Chatelier comes of a family well known for its scientific attainments His own career has been one of labour and sacrifice and honours have deservedly fallen to him

In 1877 at the early age of twenty seven he was elected Professor of Chemical Industry at the Paris School of Mines having already spent six years at the École Polytechnique in research and served on a geological commission to Southern Algeria

In 1888 he was elected Professor at the College de France, and then followed a period of intense activity He had already published a treatise on industrial heating and he then found time to write a thesis on "Carbon, Silica and Silicates' His work at this time, however, is even more noted for his brilliant inventions The Saladin-Le Chatelier galvanometer is familiar to most chemists while his thermo-electric and optical pyrometers are indispensable for the measurement of high temperatures

But not only with his pyrometrical investigations has Le Chatelier aided the cement industry His apparatus for ascertaining the soundness of cement and for determining its specific gravity are still in constant use throughout the world, while his theories on the essential chemical structure of Portland cement are notable for their originality and are still the subject of discussion amongst cement research workers

In 1892 Le Chatelier was awarded the Jerome Ponti Prize and in 1895 the La Caze Prize while in 1911 he obtained the Bessemer Medal The Iron and Steel Institute (England) elected him to its membership in 1904 and the Académie des Sciences followed suit in 1908

The services he rendered during the Great War by his researches on explosives and metals were very considerable, and to day he wears the ribbon of Commander of the Legion of Honour

Possibly the triumph of his career came in 1922 when his fifty years of scientific work were recognised by the presentation of a gold plaque and 100 000 fr The sum of money was at his express wish handed over to the Academie des Sciences to found a scholarship

Now in his eightieth year Henry Le Chatelier has had to relinquish to a large extent his energetic career The younger generation of cement engineers and chemists has Le Chatelier as an example of what one man can do to benefit an important industry It is to be hoped they will take heart from his message printed above the pages of International CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE are open to them to make the results of their research work available to fellow workers throughout the world

A Message from ...

P. MALCOLM STEWART

Chairman of
THE CEMENT MAKERS' FEDERATION,
THE ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.,
THE BRITISH PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.

I CORDIALLY welcome this the first INTERNATIONAL CEMENT JOURNAL, as I believe it will be the means of furthering the world-wide interest in Portland cement and will prove the touchstone for the creation of a friendly atmosphere throughout the cement industry of the world in which the many problems relating to the manufacture or uses of Portland cement can be discussed.

The publishers of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE have undertaken a difficult task in producing a technical journal of this description in four languages, and are to be congratulated on their enterprise. Its worth to the industry cannot be estimated. Already in this first number it has brought together the opinions of leading authorities throughout the world on matters of vital interest, published in English, French, German and Spanish, so that readers in all the leading cement manufacturing countries may profit from this valuable information printed in their own language. The cement industry now has an asset possessed by no other industry. It has a medium for interchanging opinions in different languages, and it is to be hoped that research workers will take full advantage of the pages of this journal for disseminating information to their fellow workers the world over.

The future of the Portland cement industry is assured by the wide endowment of the necessary raw materials, and by the high technical efficiency of those engaged in research and the control of manufacture. Increased concentration on the applications of cement is required; as its manifold uses extend, confidence in concrete will grow. This journal, by increasing the common fund of knowledge, will secure the advance of concrete as a civilizing agent and hasten the advent of the Concrete Age.

This first number will, I trust, be accepted not only as an invitation to all to co-operate in our common interests, but as a message of peace and goodwill, which cement industrialists should seek to establish by getting into contact with one another through the pages of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE.



A NOTE FROM

G. F. EARLE

(MANAGING DIRECTOR OF G. & T. EARLE, LTD.)

NOT many years ago cement makers, in common with manufacturers in many other trades, took great care to prevent other makers from knowing anything of their works, while it was a very rare thing to allow another maker to go round a works. These narrow-minded times are now fortunately but a memory, and the present attitude is that although makers may be in keen competition in the sales field they do all they can to help a fellow manufacturer in works matters.

The reason for this change in attitude is no doubt a realisation that each manufacturer has a responsibility to the industry as a whole. The old attitude of one maker rejoicing if he heard that another maker was in trouble with the quality of his product, has now disappeared; such things are heard of with sorrow, because it is realised that the trade as a whole would suffer.

The exchange of works information with makers in other countries has also become frequent and very helpful. There is, however, scope for greater co-operation, and I believe that this first International Cement Journal will help to bring all manufacturers closer together and so benefit the trade throughout the world as well as each individual maker.

I am sure that your new venture will be welcomed by all manufacturers, and will receive their full support; if this Company can assist in any way it will be a pleasure for us to do so.

From Robert W. Lesley.

First President of the American Portland Cement Association.

WERE it not for the fact that, owing to business pressure, I have but little available time before the first issue of International "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" comes out, it would have been a great pleasure to be sending you a contribution to-day. This is impossible, however.

Hence I can only send you my sincere congratulations on the brilliant idea of an International Cement Journal and my heartfelt wishes for its success.

In these days of quick-changing thought, a plastic building material such as cement fits the period, and it has a well-deserved international reputation for strength and permanence.

As a pioneer with Saylor in the development of our American Portland cement industry I have seen the output grow from 42,000 barrels in 1880 to 176,000,000 barrels in 1928, and I promise you an article on this subject for a later number of the Journal.

The Swanscombe Works of the Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.

ABOUT a hundred years ago a factory was established at Swanscombe, Kent, for the manufacture of Frost's cement, one of several cements of similar character which were approximately contemporary with Aspdin's Portland cement. This factory had on its staff in the early days the late I. C. Johnson, one of the pioneers in the development of Portland cement, and it has kept in the forefront of progress in cement manufacture throughout its century of existence. The factory was in the possession of the White family for very many years until the formation of the Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., in 1900. Some of the earliest rotary kilns erected at cement



Fig. 1.—General View of Works.

works in Europe were put in at Swanscombe, sixteen kilns 60 ft. long being in process of erection in 1900. These units were afterwards lengthened to 130 ft., and other alterations and improvements introduced from time to time as the technique of their use was developed.

With the accelerated progress made in rotary-kiln design during recent years, however, it became clear that the Swanscombe kilns, with their numerous alterations and additions, had served their useful life. It was therefore decided to scrap them entirely and build new rotary kilns of the very latest design, and at the same time to reconstruct and modernise the whole factory to give an output of about 400,000 tons of cement per annum, of the very highest quality, including the well-known " Ferrocrete " rapid-hardening Portland cement.

In this reconstruction work difficulty was occasioned by the fact that the site was very limited and the works had to be kept running. A considerable amount of clearing had to be done, and the necessity for continuing manufacture in-

volved delays and temporary expedients in order to prevent the stoppage of essential portions of the plant The work was, however, facilitated by the fact that no power plant was required, the necessary electric power being taken from the County of London Company's generating station at Barking

Raw Materials.

Ample supplies of chalk and clay are available to supply the output named for very many years

Dealing first with the clay, a deposit about a mile from the plant is now being worked This is washed in the pit and pumped to the works in the form of slurry, and discharged into storage and mixing tanks This clay slurry is fed to the main washmills in the correct proportion by means of a large elevator

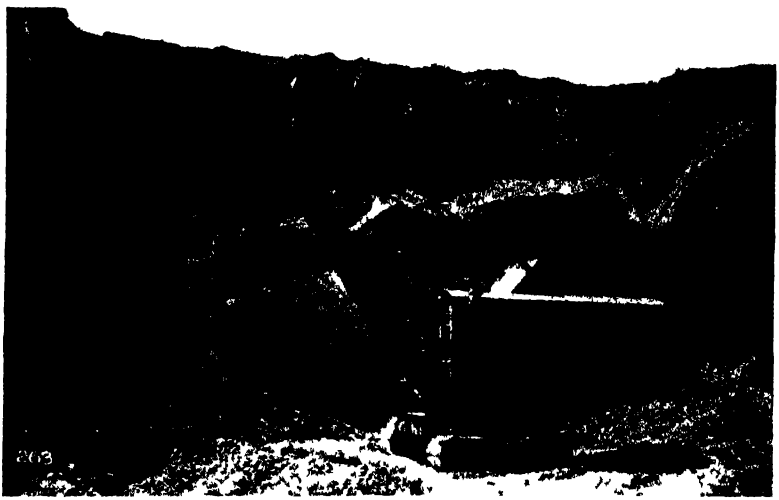


Fig 2 Electric Navvy

60 ft long, with a rubber belt 30 in wide, and fitted with two lines of buckets The motor driving this elevator is controlled by a special electrical timing device in such a way that when the operator at the washmill pushes a button to start the hoist-tippler handling the chalk (referred to later) the same movement also starts the clay elevator and allows it to run for a pre-determined period, after which it automatically stops and remains so until the operator again pushes the button Arrangements are, of course, included so that when necessary clay can be added independently of the operation of the chalk-tippler, and similarly the tippler can be worked, if necessary, without any clay being delivered.

Washmills.

The chalk was formerly brought to the washmills in 3-ton tippler-trucks running on 3 ft. gauge track with outside flanges, and it was decided to substitute standard-gauge trucks and track and to make arrangements for 10 to 12

tons of chalk to be tipped direct to the washmill at one time, and for at least 120 tons of chalk to be washed per hour.

Two new heavy preliminary washmills are each 30 ft. diameter revolving at 11 r.p.m. and driven by a 250-H.P motor through a totally-enclosed spur reduction gear which gives a speed reduction from 730 to 95 r.p.m. on the line shaft. These roughing-mills are each fitted with heavy cast-steel gratings, and are built on piers so that when they are washed out the flints can be swept through a hole in the bottom of the mill direct into railway trucks. A special slow-motion gear is fitted to the mill motor to enable this sweeping operation to be satisfactorily performed. One of the mills maintains the full output, so that the other may be stood by for cleaning and repairs. Owing to the site arrangements it was im-



Fig. 3.—General View of Washmills.

possible to tip the chalk trucks to these mills without first elevating them, and for this purpose a hoist-tippler was installed. This tippler lifts the trucks 23 ft., and is arranged so that by means of a heavy steel change-over flap it can deliver to either mill.

The slurry flows by gravity to either of two intermediate mills, but from the intermediate mills a slurry-wheel distributes the slurry equally over the finishing mills. This slurry wheel is 24-ft. diameter, and is fitted with two lines of buckets to enable it to deal with the full capacity of the mill. The two lines of mills each consist of one intermediate mill 20 ft. diameter with a speed of 23 r.p.m. and fitted with perforated plates, followed (after the elevator) by three 20-ft. diameter finishing mills running at 25½ r.p.m. and fitted with finer perforated plates. Arrangements have been made for continually extracting, elevating, and wash-

ing the fine flint grit from the intermediate and finishing mills in spiral conveyor washers.

Each line of mills is driven by a 400-H.P. motor through totally-enclosed spur reduction gearing, giving a ratio of 485 down to 70 r.p.m. Each line has its own pump-house containing three sets of 12 in. by 15 in. plunger pumps, which are each direct-coupled through a worm-reduction gear to a 20-H.P. motor, the speed of the pumps being 9.5 revolutions per minute. These pumps work at a pressure of from 60 to 80 lbs. per sq. in. and deliver the slurry to four reinforced concrete air-agitated correction tanks, each 17 ft. diameter and 30 ft. deep and each capable of holding 6,500 cu. ft. of slurry. An air-blowing system is installed, and when working according to the original design a complete cycle of operations takes about 2½ hours, so that on this basis each tank is in the mixing period for just over half an hour, during which time it is " blown " six times consecutively (each " blow " lasting about 15 seconds). With this system of blowing, the size of the receiver is important, as it is " blown " empty each time, and the pressure at which the " blow " takes place is governed by the height of the slurry in the tank.

This arrangement is advantageous when the tanks are used for storage, but at Swanscombe they are only used for adjusting purposes and in order to make sure that the slurry is correct before it enters the main mixers. It has, therefore, been found more convenient to give each tank four or five consecutive " blows " as soon as it has been filled from the washmill so as to ensure thorough mixing of the slurry before it is passed to the storage mixers. These consist of one rectangular tank 250 ft. by 66 ft. fitted with travelling mechanical stirrers, and four circular tanks 66 ft. diameter; the latter fitted with air agitating jets. This has given entire satisfaction.

The pump-houses for the mixers have been reconstructed and the pumps grouped into two separate houses, one group drawing from the rectangular mixer and one from the four circular mixers. Each pump-house contains three standard 12 in. by 15 in. slurry pumps directly-coupled through worm gear to 10-H.P. motors which pump direct to the kiln back-ends.

Rotary Kilns.

The rotary kilns, three in number, have a capacity of 16 tons each per hour. They are 403 ft. long, the burning zone being 11 ft. 3 in. diameter by 127 ft. long, and the remainder of the kiln 9 ft. 4 in. diameter. Each kiln is mounted on seven sets of roller rings and bearings, the ring at the firing end being 25½ in. wide and the others 15½ in.; they are all 6 in. thick. The rollers vary in diameter from 3 ft. 3 in. to 3 ft. 11 in.

The main driving spur-rim is 17 ft. 9 in. diameter, and gears with a 19-tooth pinion to which is coupled a further machine-cut spur reduction of 3.3 to 1 ratio. The remainder of the gear reduction is by means of a totally-enclosed gear which at the high-speed end is direct-coupled to a 120-H.P. variable-speed A.C. motor. The total speed ratio is 1 to 777.25, and is arranged to give a kiln speed of from 0.28 revolutions to 0.84 revolutions per minute.

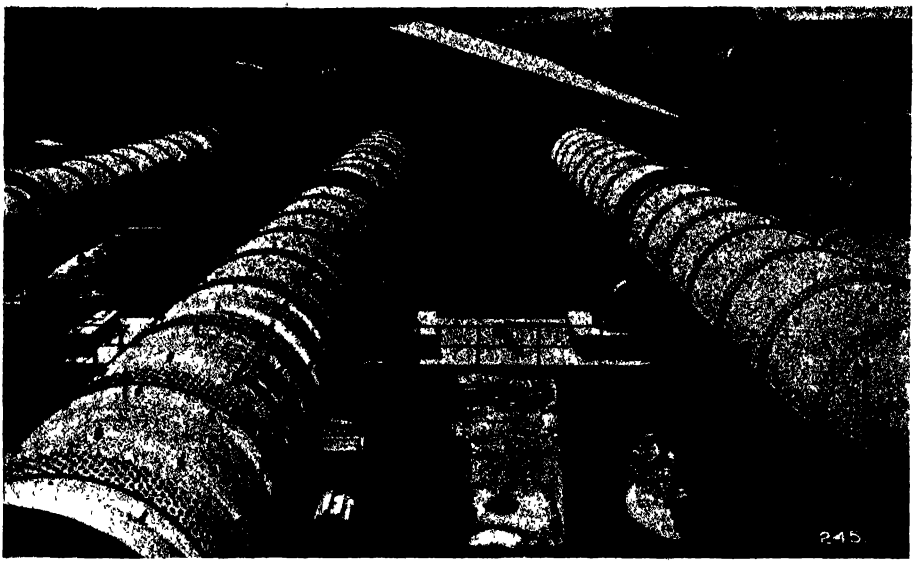


Fig. 4.—Kilns from Slurry End.



Fig. 5.—Rotary Kilns, Firing End.

The feed of slurry to the kilns is controlled by a " spoon-feed " gear coupled through totally-enclosed worm reduction to a 5-H.P. variable-speed D.C. motor.

The coolers are of the " integral " type fitted around the firing end, and consist of twelve tubes per kiln, each 19 ft. 6 in. long by 3 ft. 11 in. diameter. About one-quarter of the length of each cooler, at the hot end, is brick lined, the remainder being fitted with chains.

All three kilns are coupled through fans and by-passes to one reinforced-concrete chimney 250 ft. high. The induced-draught fans are capable of handling 6,000,000 cu. ft. of gas, each with a water gauge of 3 in.

Coal Firing Arrangements.

Unit coal pulverizers of the ring-roll type with classifiers are installed, each being capable of grinding up to six tons of coal per hour. Owing to the very high suction which the system of classification requires, combined with the high air velocity required in the burner pipe with this type of kiln and cooler, the fan installed for this purpose is of special construction. In addition to the main fan, which can give an air pressure of 10 in. in the delivery pipe, a booster fan has also been provided.

The feed from the hoppers, each of which has a capacity of 90 tons, is by a cubimeter, with which has been incorporated a drum-type magnetic separator to ensure that all tramp iron is removed.

The main coal supply comes by water to the wharf, and in order to handle this a 5-ton electric crane has been installed capable of unloading coal from steamers at the rate of 100 tons per hour to a hopper mounted on travelling wheels, which in turn delivers to a bi-cable ropeway, also of a capacity of 100 tons per hour. This ropeway is 3,500 ft. long and delivers the coal either direct to steel bunkers over the mills or into a reserve store at ground level.

For handling the coal from the reserve store to the overhead hoppers, a 3½-ton travelling crane with a 35-cwt. grab has been installed, which can run the full length of the store and also over the pulverizer hoppers. The runway for this crane has also been extended so that coal can be grabbed straight from railway trucks and delivered to the hoppers. Advantage has been taken of the ropeway to provide for handling the gypsum to store; arrangements are also installed for feeding this gypsum direct to the tail ends of the clinker band-conveyors.

The clinker from the coolers is elevated and conveyed to the clinker hoppers entirely by troughed band-conveyors. These conveyors are in duplicate throughout, and are each 24 in. wide running about 250 ft. per minute. There are first a pair of level conveyors running underneath the coolers delivering to two pairs of inclined bands in series, which take the material to the top of the clinker hopper and then deliver through cubimeters on to a pair of shuttle conveyors each 115 ft. long which can be arranged to fill any portion of the clinker hoppers. This arrangement dispenses entirely with elevators for handling the

clinker. The clinker hoppers, two in number, are of reinforced concrete, and each has a capacity of 1,400 tons; the hoppers are at such an elevation that the clinker can be delivered direct through table feed-gears to the ball-mills. The grinding-mill consists of 14 sets of ball-mills and tube-mills, the ball-mills being supported by a steel and concrete platform at such an elevation that the grit can be delivered through a short screw straight to the tube mills. Each ball-mill and tube-mill is an independent unit driven by a 250-H.P. motor through totally-enclosed spur-reduction gearing. The spur-rim on the mill itself is also machine-cut and totally enclosed. All the motors and gears for these mills are contained in two separate rooms underneath the clinker hoppers. These motor rooms are ventilated and cooled by air washers working on the " plenum " system. The



Fig. 6.—Rema Coal Mill.

mills deliver to duplicate 18-in. spiral conveyors placed flush with the floor, which in turn deliver to a group of four elevators in the centre of the building. Any two of these elevators are capable of taking the full output of the mill, namely, about 100 tons per hour.

The ball-mills are ventilated first to the enclosed space over the clinker hoppers so as to settle the major proportion of the dust, and thence through the roof to the atmosphere. The tube mills and all the cement conveyors are ventilated by two cyclone bag-filter combinations. The whole of the system, including pipes, cyclone, filter, etc., is wrapped with felt, and so far has given complete satisfaction.

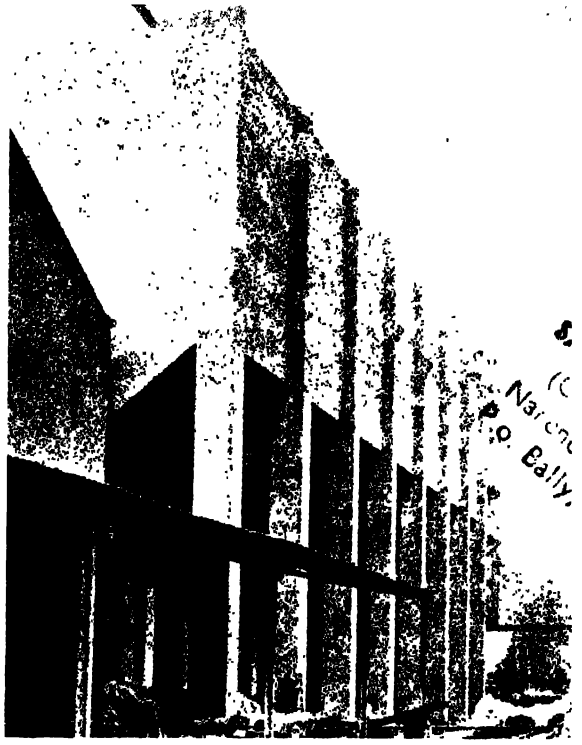


Fig. 7.—First Half of Clinker Hopper.



Fig. 8.—Grinding Mill Motors.

The cement is stored in warehouses which occupy an area of 37,200 sq ft. and are capable of holding 20,000 tons of cement. The elevators mentioned in connection with the grinding-mill deliver the cement to duplicate band-conveyors which carry straight across the centre of the warehouse and in turn deliver to four similar conveyors running over the centre of the bins. The delivery from these bands to the bins is by means of throw-off carriages.

The bins, which are 68 ft. long, are arranged in two parallel rows with a 24-ft. space up the centre, which has a ground-screw on each side flush with the floor and just clear of the bin doors. A set of rails runs down the centre of the space, on which four sets of electrically-driven haulage gears, each with a 20-H.P. motor, can move for operating the drag scrapers by which the bins are emptied

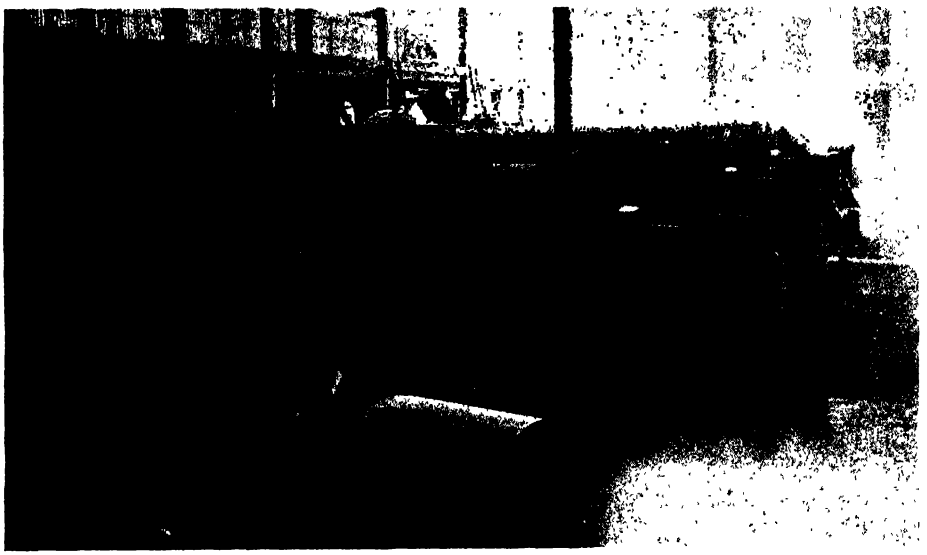


Fig. 9.—Tube Mills.

into the ground screws. These in turn deliver to a system of inclined band-conveyors and screw-conveyors delivering to hoppers over the packing machines. All these conveyors are direct-coupled through worm-reduction-gears to independent motors.

Three lines of rails run parallel with the warehouse just outside the bin walls, and the packing plants are arranged on each side of these rails—bag packing on one side and cask and drum packing on the other.

The bag-packing plant consists of four two-spout machines fed from a 50-ton overhead hopper by means of an extracting-screw and circulating-elevator, thus securing a regular feed to the machines. The circulating elevator also deals with the spill. The packing machines are fitted with dust-collecting plant. After discharge from the filling machine the bags drop on to a short wire-belt conveyor, which in turn delivers them to a turntable 17 ft. diameter. Five loading

points are brought successively under the end of conveyors, thereby reducing to a minimum the labour of stacking on the slings. From these turntables the cement is loaded on to trucks for transport to the wharf in heaps of 30 cwts. in slings by overhead cranes. Further rotation of the turntables brings the stacks round underneath two 30-cwt. overhead electric cranes. These are arranged so that they span the outer half of the turntable, and also the nearest line of rails, and the stacks of bags with sling complete are lifted from the turntable direct on the trucks. The trucks are standard gauge with a special flat platform, and are capable of carrying up to 15 tons of cement per truck.

In the cask and drum-packing plant the chief feature is six groups of mechanical jarring machines. Each pair of machines is fed by an overhead dial weighing machine, the platform of which carries a small hopper of about 5-cwts. capacity fitted with a gate-valve at the bottom. The supply of cement to each group—consisting of six machines—is from a hopper underneath one of the previously-mentioned screw conveyors, and is controlled by a pair of flow-and-return screws, each flow screw being fitted with three outlets and gate valves delivering to the hoppers on the weighing machines. The casks or drums after packing are lifted by similar cranes to those used for the bags and deposited on platform trucks for transport to the wharf.

Wharf.

The works are situated some distance from the river, and the loaded cement is transported to the wharf in train loads of about 200 tons. A reinforced-concrete jetty was constructed at this works over twenty years ago and is still in excellent condition. It was, however, inadequate for the duty now required. A new reinforced-concrete approach 128 ft. by 34 ft. has therefore been built; the original structure has also been strengthened and lengthened from 258 ft. to 468 ft., the extended portion being 54 ft. 9 in. wide so as to accommodate three lines of rails with two lines of track to carry portal-type cranes. The older portion of the pier is only 40 ft. wide, so that it will accommodate only two lines of rails and one line of crane track.

Two electric cranes have been installed, each of 30-cwt. capacity and capable of loading at the rate of 80 to 100 tons per hour. The depth of the water available at low-water spring tides will be 23 ft. The old coal wharf, which is 500 ft. long, has also been remodelled and deepened, and, as previously mentioned, a 5-ton portal electric crane has been installed for handling coal and gypsum on to the ropeway.

Electrical Plant.

As stated earlier, the whole of the power used on the works is purchased. The additional supplies required in connection with the reorganisation necessitated an extension of the sub-station in order to provide for the total load of 5,000 K.W. now required. The Supply Company's transmission system operates at 33,000 volts and the reduction to 3,000 volts—at which the supply is taken—is by transformers in the Power Company's sub-station on the works.

The works' installation commences at the 3,000 K.V. switchgear controlling the supply to the factory. This is an eight-panel switchboard built up of air-

insulated truck-type units. This switchgear is housed in a switchroom adjacent to the Supply Company's 3-K.V. switches, and so arranged that the bus-bars of the two equipments are in line so that with this arrangement the bus-bars are continuous for the two switchboards whilst each is separately housed. The feeder panels in the sub-station control seven radial feeders so interconnected that a duplicate 3,000-volt supply is delivered to six local sub-stations.

The outputs of the motors vary from 400 H.P. to ½ H.P., and, with the exception of the 500-volts 120/40-H.P. variable-speed A.C. commutator driving the kiln motors, 3,000 volts are used direct on motors of 100-H.P. and above and 500-volts (obtained through 3,000/500 transformers) on motors below this power. Lighting is carried out at 110-volts, 3-phase, obtained through transformers at each sub-station.



Fig 10.—Tube Mills.

Each of the sub-stations is equipped with the necessary switchgear and transformers to give the power and lighting requirements of its own section of the factory. This lay-out permits of the isolation of the supply to any section without interfering with others, and facilitates the obtaining of power consumption and costs of each manufacturing process. The sub-stations are designed on the same lines, the type of equipment in each being identical. The largest is the grinding mill and packing plant sub-station which is equipped with a 3,000-volt truck-type switchboard, a 500-volt ironclad switchboard of the draw-out type, and the necessary transformers. Space available for the site of this and other sub-stations was limited, and the transformers are mounted on the roof of the sub-station, which is a reinforced concrete building built on the grinding mill.

All motors are of the enclosed protected type, the large motors down to 100 H.P. being 3,000-volt slip-ring machines of standard design controlled by truck cubicles and heavily rated liquid starters. Motors under 100 H.P. are 500-volt end-shield roller and ball-bearing machines of special enclosure, with all ventilating openings on the vertical, and fitted with fans passing a high-velocity cooling air through the windings and cores; the effect of the enclosure and the ventilating system is to prevent the settlement of dust in motors in atmospheres laden with cement-dust. Motors from 100 H.P. down to 30 H.P. are of slip-ring type controlled by floor-mounted oil-immersed stator switches with separate heavily-rated oil-immersed face-plate starters, oil switch and

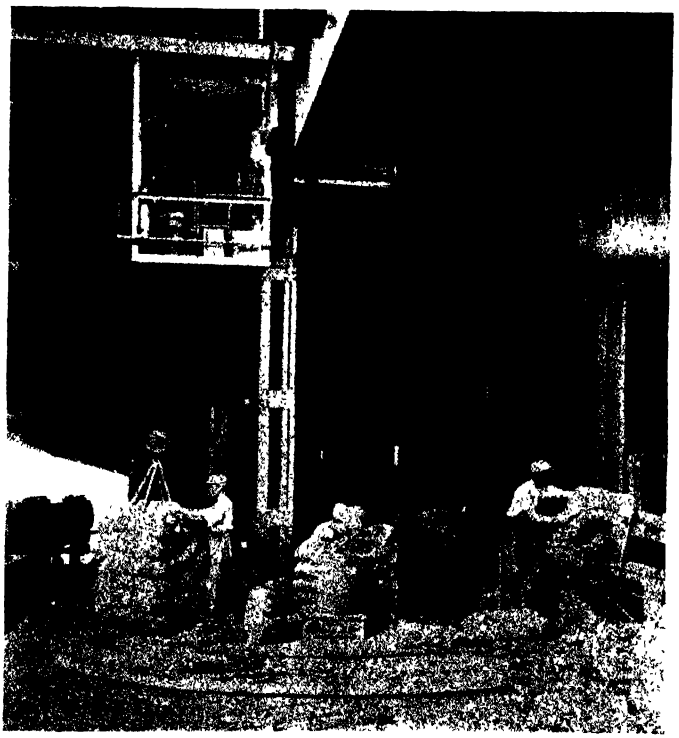


Fig. 11.—Bates Packing Plant Turntable.

starter being assembled as one unit. Seventy per cent. of the 500-volt motors are under 30 H.P. and are high-torque squirrel-cage machines controlled by oil-immersed starters of either the squirrel-cage or direct-switching type. High-torque squirrel-cage motors were limited to 30 H.P. on account of the large starting currents involved above this power; disturbing line voltage, and increasing the cost of control gear beyond an economical figure.

All motors and control gear are of simple and robust construction, designed for continuous duty. The type and sizes of control gear and outputs and speeds

of motors have been standardised as far as possible, and all similar equipments are mechanically and electrically interchangeable, resulting in spares and spare parts being reduced to a minimum.

Final distribution to each 500-volt motor is made from a separate way on a distribution-board fitted with fuses of 50,000 K.V.A. rupturing capacity, which give instantaneous interruption of a circuit under short circuit. The fuses fully protect control gear on large power circuits, and the separate fuse-links efficiently permit of the ready isolation of each motor circuit for inspection or repair.

Distribution on main 3,000-volt and 500-volt circuits is carried out by means of 3-core P.I.L.C.A.-served cables laid direct between sub-station and buildings and in cable racks or cable trenches under cover. From distribution boards to motor starters, and from starters to motors, 3-core V.I.R. armoured and served cable is used, while all lighting is carried out with V.I.R. in galvanised conduit with heavy galvanised fittings. All cables and apparatus are securely bonded, and the electrical installation is iron-clad throughout and efficiently earthed to duplicate earth-plates at each sub-station.

Communication is provided between all parts of the works by a 70-line automatic telephone installation housed with batteries in duplicate and charging set in the main sub-station. An emergency lighting supply for the main sub-station and the indicating lamps on the Supply Company's switchgear are obtained from the telephone batteries in the event of failure of the 33 KV supply.

The rotary kilns are by F. L. Smidth & Co., Ltd.; cables by W. T. Henley's Telegraph Works Co., Ltd.; coal grinding plant by British Rema Manufacturing Co., Ltd.; aerial ropeway by British Ropeway Engineering Co., Ltd.; clay excavator by Priestman Bros., Ltd.; wagon tippler-hoist by Mitchell Conveyor and Transporter Co., Ltd.; electric cranes by Stothert & Pitt, Ltd.; regulating valves by G. Polysius A.G.; fans by Sturtevant Engineering Co., Ltd.; weighing machines by W. & T. Avery, Ltd.; locomotives by Hawthorn, Leslie & Co., Ltd.; electrical equipment by Metropolitan-Vickers Electrical Co., Ltd., and the English Electric Co., Ltd.; switchgear by A. Reyrolle & Co., Ltd.; cement cooler by Vickers-Armstrongs, Ltd.; reduction gears by H. Wallwork & Co., Ltd., and the Power Plant Co., Ltd.; band conveyors by Fraser & Chalmers, Ltd.; Bates sack-filling machines.

Belgium and Tariffs Abroad.

Belgian cement manufacturers at a meeting recently held in Brussels passed the following resolution, which has been sent to the Government: "Cement manufacturers request the Government to protest against the adoption of the customs measures proposed by the United States. They ask the Government to consider an agreement with other European countries with a view to protecting their interests and to suppress the clause of the 'most favoured nation' from economic agreements in order to have their hands free for taking the necessary measures to protect their industry."

Some Physical Properties of Hydrated Cements.

By R. E. STRADLING, M.C., D.Sc., Ph.D., M.Inst.C.E.
(DIRECTOR OF BUILDING RESEARCH.)

As mentioned in various reports issued from the Building Research Station (England), work has been in progress for some time to endeavour to elucidate some of the phenomena associated with the " gel " materials used in building practice. One of the most important of this group of materials is Portland cement, and it may be of interest to attempt at this stage a brief picture of what, in the writer's opinion, seems to be the direction in which the work of the Station is pointing, especially with reference to cement and concrete work.

In the Report* of the Building Research Board for the period ended December 31, 1926, a classification of building materials was suggested, and special stress was laid on the need for more information on the group of materials termed " quasi-solids," or " gels." The work of the past two years has emphasised how urgent this need is, and how little is really known on the subject. The main mechanical properties of a gel material which distinguishes it from that of a crystalline aggregation are that the volume changes when the moisture-content changes, and that this change in volume is accompanied by a variation in strength and an alteration in the value of the stress/strain ratio. In so far as building materials show this behaviour the term " gel " has been used, without any intention of specifying a definite capillary structure. The volume changes are undoubtedly the cause of crazing and cracking of concrete and cement renderings, yet they are not sufficiently understood to be safeguarded against in practice.

Recent work published in the United States of America and Germany shows that the problem of gel structure is being more and more appreciated. There the work in question is chiefly concerned with movements which occur when set cements are wetted and dried. The movements reported are all of the same order as those obtained at the Building Research Station. During the past year various sections of the Station have been working upon the properties of these gel materials, with special reference to cements of the Portland type. In reviewing their work it seems possible to offer a tentative explanation of some of the phenomena associated with the setting and hardening processes. This explanation is more of the nature of a working hypothesis than a demonstrated proof; but, even at the risk of being premature, it appears worth while to try to appreciate the significance of the mass of data collected in the Station.

In Fig. 1 curves are given showing the expansion with time which takes place when previously dried specimens of various building materials are immersed in water. Different materials expand by different amounts, and the final movement seems to depend upon two factors, both of which are of great practical import-

* *e.g.* pages 10-12, 43-48.

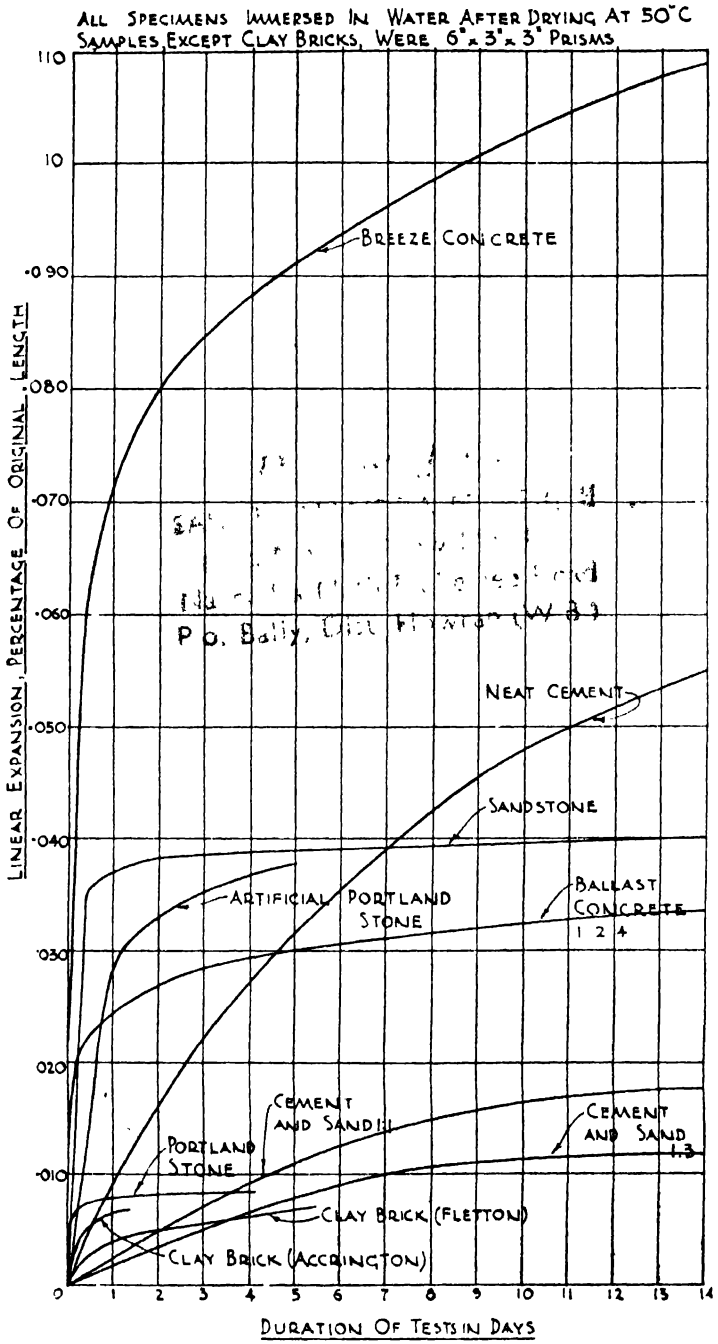


Fig. 1.—Moisture Expansion of some Building Materials.

ance. These factors are (1) amount of swelling material present, and (2) ease of penetration of water

Compare, for example, the case of neat cement and breeze concrete. There must be far more potential gel material present in the neat cement than in the concrete, yet the movement of the latter is much greater than that of the former. The breeze in question is quite sound, and is not one of those showing a large moisture expansion in itself The explanation for the apparent anomaly is that the breeze concrete is very permeable so that the water is able to reach the cement more easily

This is indicated even more clearly in Figs 3 to 8, which show the movements of cement specimens of various thicknesses when stored in air and in water It

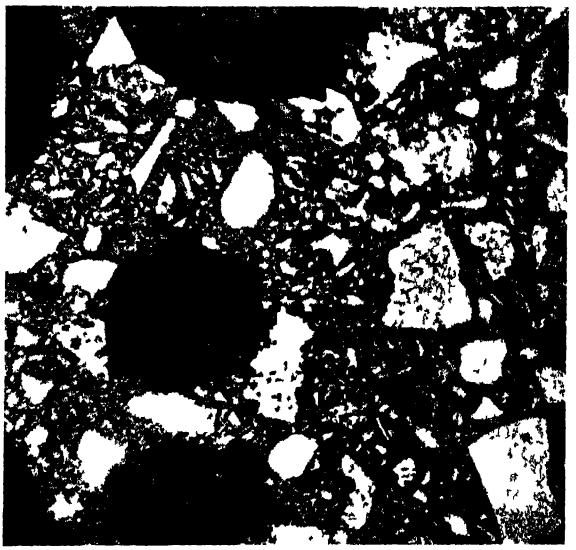


Fig. 2.—Polished and Etched Surface of Portland Cement (magnified 90 diameters).

will be noted that in each case the thinner the specimen the greater is the movement whether water tries to come out, as in air storage, or to go in as in water storage Considerable resistance is offered by the semi-impermeable nature of the hydrated cement The actual movement measured on such specimens is really the sum of the effects of the moisture movement of the outer skin and the strain of the core Thus, if water is entering, the outer skin expands and is restrained by the (drier) inner core, and when the specimen is drying, the outer skin contracts and is again restrained by the (wetter) inner core.

It is obvious that if the gel material can be reached by water then the richer the specimen is in cement the greater must the movement be. But in practice, although the amount of cement present must ultimately make some difference when specimens are stored for long periods in dry or wet conditions, yet the

EXPANSION OF NEAT CEMENT SPECIMENS OF VARIOUS THICKNESSES, STORED IN WATER.

1. MEASUREMENTS TAKEN FROM 2 DAYS
2. SPECIMENS 1/8", 1/2" OR 2" THICK AND 4" LONG x 2" WIDE.

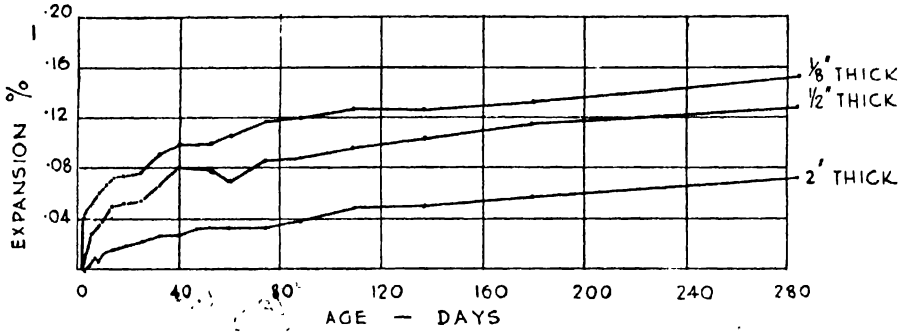


FIG. 3 — NORMAL PORTLAND CEMENT.

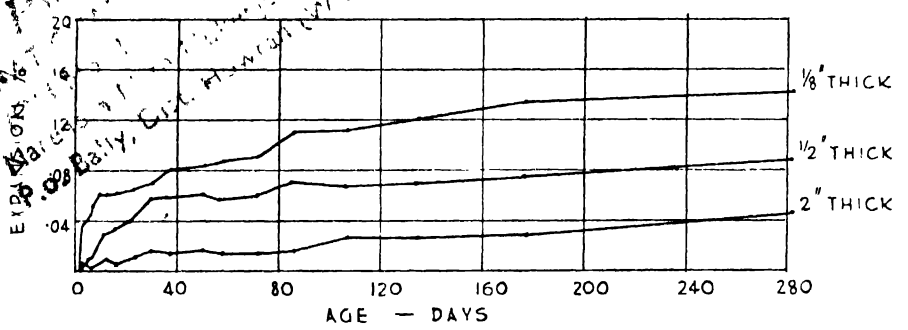


FIG 4 — RAPID HARDENING PORTLAND CEMENT

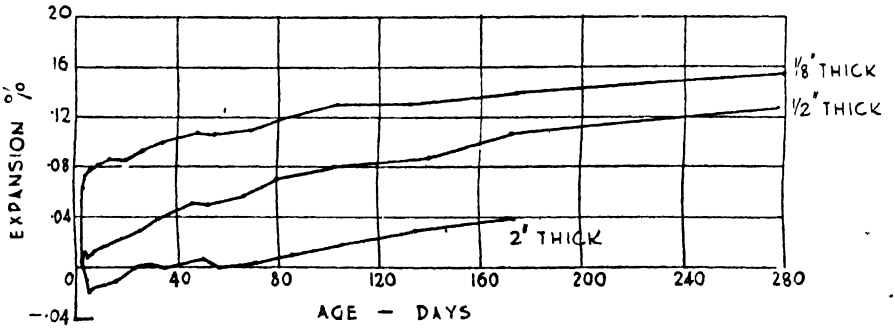


FIG. 5 — ALUMINOUS CEMENT

CONTRACTION OF NEAT CEMENT SPECIMENS OF VARIOUS THICKNESSES, STORED IN AIR

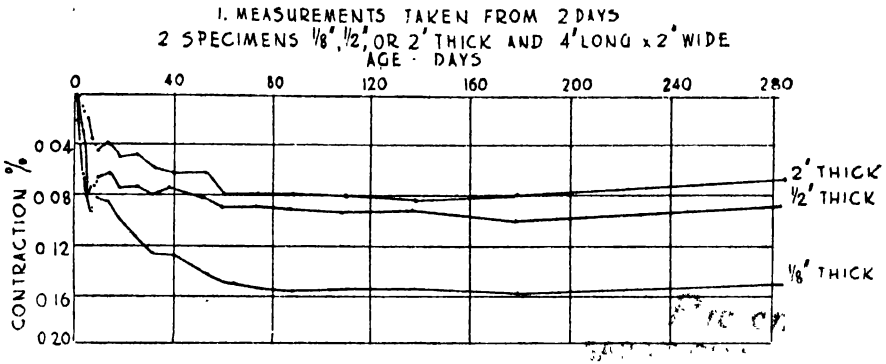


FIG 6 – NORMAL PORTLAND CEMENT

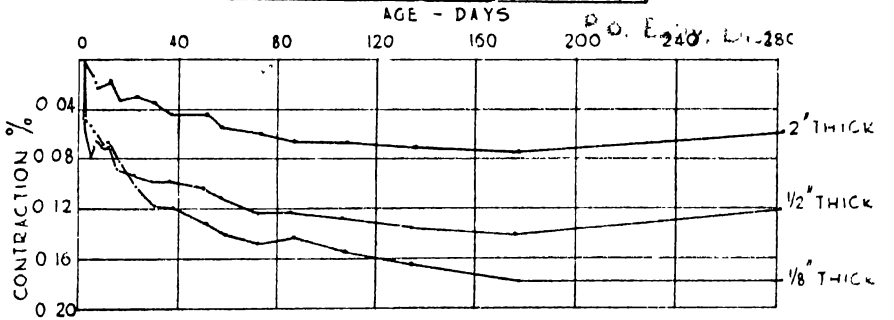


FIG. 7 – RAPID HARDENING PORTLAND CEMENT

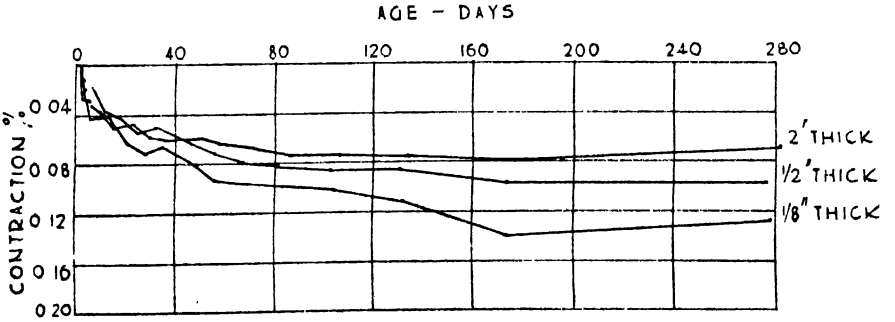


FIG. 8 – ALUMINOUS CEMENT

permeability is so preponderating a factor that the movements of concrete masses of sizes used in practice are usually more dependent upon this than upon cement content so far as normal day to day humidity changes are concerned.

The movements shown in Fig. 1 are, as stated, those brought about by wetting previously-dried specimens. But the movements which take place during setting and hardening are often more serious. In Fig. 2 is shown a photomicrograph of a polished surface of set cement. Two main constituents are obvious—indicated by the white particles in a darker background. These white particles are unhydrated cement clinker which, when reached by water, will hydrate and expand.

When water is added to the cement powder in mixing, the surfaces of the particles become hydrated, forming a fairly, though not entirely, impervious coating. Thus the centre of the particle may be found unhydrated even after many years in water. Why this should be so can at present only be surmised, for at early ages after mixing there is little doubt that water can and does penetrate fairly easily to the hydrated envelope of a particle.

Reference to the question of syneresis is now needed before the discussion can be continued directly. When silica gel is formed by mixing certain proportions of hydrochloric acid and sodium silicate the resulting gel contains about 5 per cent. silica and about 95 per cent. of water (and common salt). It is a comparatively rigid mass, and, on allowing it to stand, drops of liquid form on the surface and the gel soon loosens from the sides of the containing vessel. This syneresis takes place even under water. The syneresed liquid is practically water (with salt dissolved in it). What direct application can be made of the experimental work on the syneresis of silica gels to the case of cement gels is not yet clear, but it seems reasonable to assume that syneresis is a general property of rigid gels and that it should therefore not be left out of consideration. While the efforts made at the Building Research Station to measure the syneresis of cements have yielded quite negative results, this is perhaps not surprising. Recalling that the syneresis of a silica gel is the forcing out of water surplus to the amount "sorbed"* at the humidity conditions of complete external saturation, it should be borne in mind that the mixing water added to a cement is a very arbitrary amount and probably not sufficient to give complete hydration of all the cement, even if this were physically possible. But only the surfaces of the cement particles are then hydrated, i.e. something approaching 30 to 40 per cent. of the cement present, so that water is possibly present in the gel structure soon after mixing in an amount in excess of that in equilibrium with the external humidity conditions of complete saturation. At very early ages water can slowly penetrate this hydrated skin, but this penetration apparently soon slows up, probably due to a clogging of the channels through which the water has to pass. But this penetration and consequent further hydration are probably sufficient to take up any water which at early stages is syneresed, with the result that no water shows on the surface of the specimens.

* See "Effects of Moisture Changes on Building Materials," by R. E. Stradling [B.R. Bulletin No. 3] for a brief discussion of this and other like terminology used in this paper.

Returning to the direct discussion, and assuming syneresis is a general property of these rigid gels, it is clear that even if specimens of hydrated cements are immersed in water as soon as possible after mixing, then contraction should be found to take place so far as the existing gel structure is concerned. But the opposite is found experimentally with normal Portland cements. Thus one is driven to the assumption that either syneresis does not take place and that cement gels even in formation contain less than the amount of water in equilibrium with external saturation, or, alternatively, that the hydrated cement envelope is permeable to water at early ages and that further hydration takes place causing the expansion observed when freshly-made Portland cement specimens are stored in water.

Other phenomena, to be discussed later, all seem to indicate that further hydration can take place. It is therefore reasonable to conclude provisionally that the alternative assumption is the correct one, viz. that hydrated cement should not be considered as differing from other rigid gels, but that the observed expansion is due to the further hydration caused by passage of water through the envelope.

However, experimental work shows that this further hydration on water storage does not proceed very far. Fig. 3 illustrates this from work at the Building Research Station. The specimens of normal Portland cement (neat) on which measurements were taken were never allowed to get dry from the time of mixing. They consisted of rectangular bars about 2 in. by 4 in. in which small metal balls were inserted at each end. Measurements were taken between these balls by means of a micrometer. The bars were in three series, each of which were of definite thickness though the length and breadth were the same in all (4 in. by 2 in.). The balls were so inserted that the "gauge length" over which movements were measured was in all cases 4 in.

The thicknesses of the three series were $\frac{1}{8}$ in., $\frac{1}{2}$ in., and 2 in. It will be seen that the first movements were rapid, and much greater in the thin specimens than in the thicker ones. After a time the curves seem to become practically parallel, and although all are increasing in length the rate of increase appears slow and independent of thickness.

Apparently at early ages both the chemical action of the first hydration and the hardening of the material are still in progress; the material has not hardened into a mass, and water can penetrate. Later, however, these three effects either stop or slow up. Probably the first two stop and the penetration of water becomes very slow. But some water must penetrate, otherwise further hydration would not continue and the progressive growth in length would be difficult to explain.

Some of the consequences of these hydration movements will be outlined later, but in a discussion of this work the experiments of A. H. White in the United States of America must be mentioned. White has carried out measurements of movements of cement rods over periods of about nineteen years, and found that on keeping a previously-dried rod in water for two years a linear expansion of over 0.5 per cent. took place. At the end of nineteen years expansion and con-

traction still take place with wetting and drying, and thus some reason is given for the assumption that these moisture effects are likely to be operative over the life of a structure in practice.

Rapid Hardening Cements.

From the physical point of view, the rapid-hardening cements, whether of the Portland or aluminous variety, can be considered as types in which, as the term implies, the processes of setting and hardening are completed in very short periods compared with the normal Portland.

In Figs. 4 and 5 are shown curves obtained from specimens of rapid-hardening Portland and aluminous cements, similar in shape and size to those of Portland cement used to obtain Fig. 3. In general the same phenomena occur, the only serious difference being in the case of the 2-in. specimen of aluminous cement (Fig. 5). Here, even with the water storage, a contraction first takes place, followed by expansion similar to the other cements. This contraction is typical of larger specimens of aluminous cement. It is suggested that it is due to syneresis of the gel formed during the chemical processes, and that it is registered with these larger specimens because the chemical processes are so much more rapid and the material becomes set and relatively impermeable at early ages. The same phenomenon is encountered with concretes.

Air storage of cement specimens presents a rather different set of conditions. The major factor is desiccation. In Figs. 6, 7 and 8 are shown curves obtained from similar sized specimens to those used for the preceding curves.

In all cases shrinkage takes place, and the thinner the specimen the greater is the total movement, although after a time the movements become steady and the curves parallel, only altering in slope with change in humidity of the storage atmosphere. While all hydration is apparently stopped it would seem probable that, provided the surrounding air contains appreciable moisture, small amounts of further hydration may take place if any mechanical breakdown occurs sufficient to open up hydrated particles of clinker. That such further hydration may occur after structural breakdown is demonstrated by the phenomenon of " autogenous healing," a term applied to the regain in strength of concrete after being stressed to partial failure.

Mortars and Concretes.

The majority of concrete used in construction has of necessity to be allowed to set and harden in air. It is well known that if neat cement is used serious cracking takes place, and that such cracking is considerably reduced when an inert filler such as sand, ballast, or other similar material is incorporated in the mixture. Naturally, the reduction in cracking is not the chief reason for the use of concrete in place of neat cement. The question of cost is, of course, important. But the fact remains that neat cement in large areas would not under normal conditions be of practical use as a constructional material owing to the shrinkage which takes place in drying.

How then does the presence of an inert filler reduce the cracking? It is thought in the first place that concentrations of stress arise due to shrinkage of the cement round the inert particles; these lead to flow, and thereafter to the release of the concentrations. In the second place, failing release by this means, minute cracks are produced in the cement envelope around inert particles, and again allow the release of stress. If neither of these can happen, or if owing to peculiarities of shape of the concrete mass an easier way of release is possible by

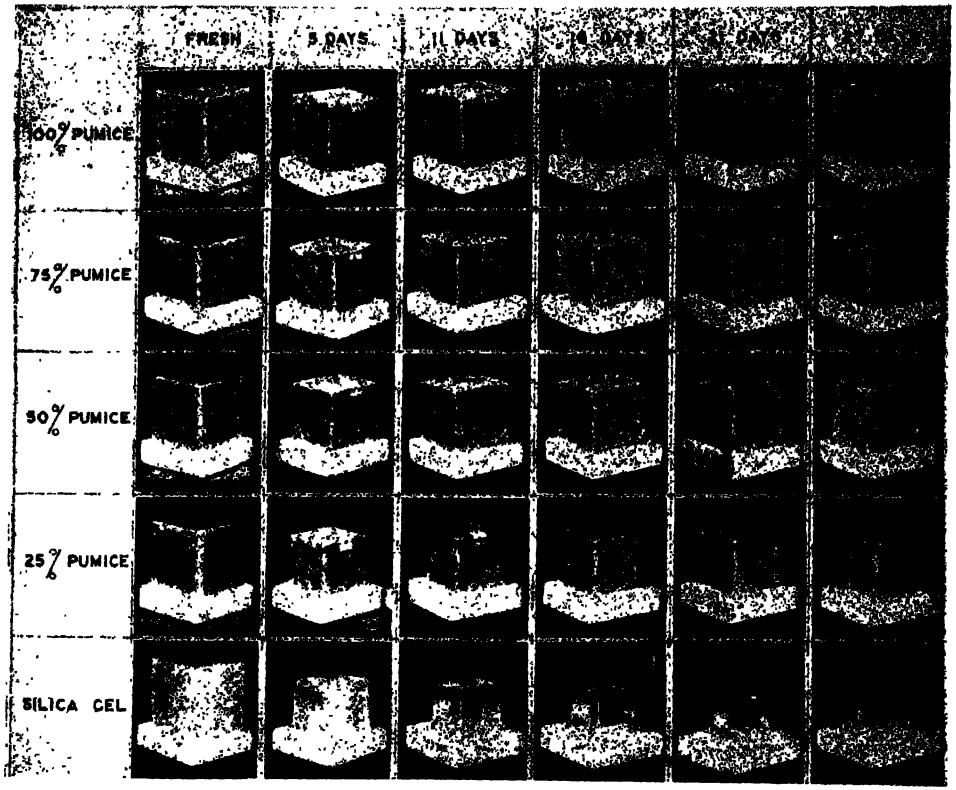


Fig. 9.—2-in. Cubes of Silica Gel, with varying proportions of Pumice Aggregate.

major cracking, then even the presence of the inert fillers will not prevent the formation of serious cracks in the neat cement.

Measurements at the Building Research Station of the conditions of flow of cement and concrete under load have shown that the greater the stress imposed the greater is the flow, and that the older the specimen the less the flow. Microscopic cracking is obviously likely to be most operative when the strength is least, i.e. at early ages, in fact such microscopic cracking appears to be of supreme importance in connexion with

curing when impermeable concrete is required, and is specially marked when normal and rapid-hardening cements are compared in this respect.

Perhaps an exaggerated example of the effect may be helpful. By taking powdered pumice as the inert filler and silica gel as the cement, specimens can be prepared which shrink very much more than a normal mortar. By way of illustration a series of cubes was made up of various mixtures of silica gel and powdered pumice. Those marked 100 per cent. in Fig. 9 were formed by filling the mould completely with the pumice powder and then pouring in silica gel formed by mixing waterglass and hydrochloric acid. The one marked 75 per cent. was made by filling the mould three-quarters full of powder and then adding the gel cement, keeping the mould shaken whilst the cement was setting. Similarly the 50 per cent. and 25 per cent. cubes were formed by filling the mould one-half and one-quarter full of powder and then adding the gel and keeping the mould shaken till set. The neat gel was formed by casting a cube of silica alone. The photographs in Fig. 9 show the appearance of the cubes after various periods of drying. The cementing material contained about 95 per cent. water, so that the shrinkage in drying was sufficient to ensure the rupture of the cement around the pumice.

Examine first the series of photographs of the 100 per cent. pumice cubes. It will be seen that the size of the cubes over the period of 27 days has not visibly changed; as a matter of fact a small expansion has taken place. The cementing material (silica gel) has completely broken down around the particles, which are quite loose—and if the cube had been handled at this age, except with the very greatest care, it would have fallen to a heap of powder similar to the pumice sand with which the mould was originally filled. Now examine the series labelled "Silica Gel." This is the neat cement, and it will be seen that the cube has progressively shrunk in size and that ultimately large cracks have developed and pieces have fallen away. The cubes of intermediate composition behaved in a manner intermediate between those of the two cases discussed.

In Fig. 10 are shown photographs of the faces of some of these cubes at various ages. The apparent mistiness of the photographs of the fresh cubes is due to the pumice grains being covered with the silica gel.

An examination of these photographs allows the following deductions to be made:—

(1) The greater the proportion of cement, the greater is the total shrinkage.

(2) The greater the proportion of cement, the larger are the cracks produced by shrinkage.

(3) With the richer mixes disintegration takes place by first forming big cracks and then smaller ones round the actual particles of aggregate.

(4) With the leanest mix (100 per cent. pumice), as the aggregate cannot be compacted any more, the breaking down occurs round the individual particles of pumice.

In practice the shrinkage movements of a cement are not of course of the same order as those of silica gel. But the cases are analogous, and it is con-

tended that unless this is realised the reasons for the behaviour of mortar and concrete will fail to be understood. In other words, it is necessary to keep the picture in mind of a cement shrinking round inert particles if the anomalies of cement and concrete testing are not to remain obscure.

In conclusion it may be emphasised that a mass of mortar or concrete is usually full of internal strain due to unequal shrinkage in the various portions of the mass, in addition to strains introduced by the initial contraction. Moreover, severe strains must be formed when further hydration occurs (e.g. in

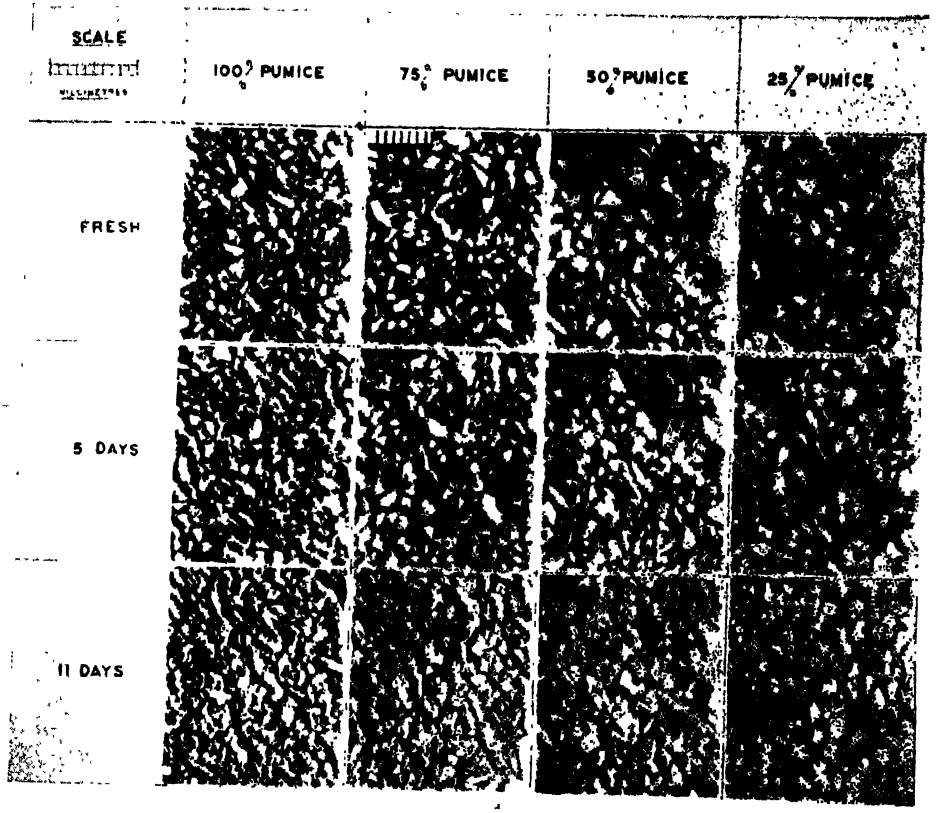


Fig 10.—Surface of Cubes shown in Fig 9.

water storage) of previously unhydrated particles. Such strains must cause breakdown or be released by flow. The breakdown is not so serious under total immersion, since the hydration automatically tends to heal the fracture.

Until the mechanism of these moisture relations is more perfectly understood, the control of crazing and the like will not be a practical possibility. As the study of heat treatment of metals has opened up new fields in mechanical engineering, so will the investigation of the parallel phenomenon of " moisture treatment " of cement and cement materials enable further successes in structural engineering.

Essential Properties of Cement not yet Guaranteed by the Manufacturer.

By PROFESSOR OTTO GRAF (Stuttgart).

THE testing of materials for standard tests should be carried out so as to allow the results of the tests to be applied to actual practice. In the case of cement, however, it cannot be said that this desirable requirement is entirely met.

The compressive and tensile strengths of cement are, for instance, usually carried out on test-pieces consisting of cement and sand only, which are not usually applicable to practice. It is true that the results of tests on mortars give an approximate idea of the strength of the cement when used in concrete, but the tester may often be misled in the conclusions he reaches from such tests. Experiments are being carried out in different countries to devise an improved method of testing for compressive and tensile strengths; in my opinion plastic mortar with well-graded sand should be used.

The contraction and expansion of concrete necessitate the provision of joints in concrete structures to guard against shrinkage and swelling. Careful curing is also necessary to prevent the concrete drying out too rapidly. Precautions such as these add to the cost of concrete construction, so that it would be a very desirable improvement if a cement could be manufactured that did not shrink, or at any rate that was less liable to shrinkage than present cements.

The resistance of cement to corroding agents is related to the chemical composition of the cement, and a satisfactory solution of this problem is still to be found. In this connection it may be said that in many cases experience has not confirmed the general assumption that it is the lime content that lays cement open to attack by acids.

The permeability of concrete is a question of great importance in the construction of tanks and similar water-containing structures, and the selection of a suitable cement for such work needs special attention. I have found from tests that although a sample of concrete made with a certain cement remains impermeable when subjected to a water-pressure of 7 atmospheres, a similar sample made with a different cement is permeable when subjected to one atmosphere only. Experienced engineers know which cements make the most impermeable concrete, but it would be very desirable to discover the special properties that make one cement more impermeable than another in so far as chemical composition and manufacturing methods are concerned.

In any discussion on the testing of materials it is essential to bear in mind that the properties of materials are to a great degree influenced by the existing standard specifications. In the case of cement also the properties specified receive the most attention.

On the Testing of Cements.

By Dr. Prof. HANS KÜHL.

(*Institute for Technical Cement Research, Technical High School, Berlin.*)

THE standard cement specifications of the world form a maze through which even the expert hardly finds his way, the differences being so great that it requires earnest research to make out a single point in which the specifications of the different countries agree with one another.

Starting with the definitions, we experience the most divergent variations as to what shall be classed as Portland cement clinker and Portland cement. While some countries understand Portland cement clinker as a clinker which has been manufactured by the burning of an intimate artificial mixture of materials containing lime and argillaceous materials, other countries allow to be classed as Portland cement clinker materials which are manufactured by burning naturally occurring materials already possessing the accurate chemical composition of cement without any artificial preparation of the raw materials.

Still greater differences occur with regard to what is to be understood as Portland cement. The British Standard Specification, for instance, prescribes that only gypsum and water may be added after the burning of the clinker, while Germany and other countries are more tolerant in this respect and allow within certain limits the addition of other substances serving to regulate the setting-time or for other purposes. Other countries, as Italy, refrain altogether from a strict definition. In consequence in Italy extraneous materials may be ground with burnt clinker without injuring the commercial value of the product providing its technical properties are in accordance with the specification.

I do not intend to deal in detail with the many differences of less importance which occur in the standard specifications of different countries for fineness, gravity of volume, and setting-time, because there exists in this respect at least a fundamental harmony and a general line of testing which avoid excessive differences. Opinions on the method of testing for soundness seem to be far more varying. While nearly all countries specify the 28-days cold-water test, we often find the demand for an accelerated soundness test, and in this respect we meet again with a rather amazing variety. The accelerated tests generally specify a temperature of 100 deg. C., but Australia demands a testing temperature of 80-94 deg. C., and while the majority of countries use the boiling test in some form or other—whether the pat-test or the Le Chatelier test—other countries, as Poland, specify the test specimens to be submitted to steam instead of water.

The differences in the specifications are, however, enormous when testing for strength. The quality of cement depends either on its tensile strength or compression strength, or on a combination of several strength tests. There are specifications for testing of neat cement and also for testing mortar mixtures. Some countries test plastic mortars, while others use "earth-

moist " mortars. The mechanical manufacture of test-pieces claims superiority over moulding by hand. Considerable differences exist even among the same methods of moulding the specimens, the hammer apparatus is different from the ram, and the spatula is different from the thumb method. It is therefore not surprising that the strengths demanded vary in a high degree seeing that these differences depend not only on the specific testing specification, but also upon fundamentally different interpretations of the specifications. The foregoing may be sufficient to show not only to the expert but to others not familiar with the matter that we are far from uniform cement testing methods such as the new International Society for Testing Materials desires to introduce.

It seems clear that the variety of standard specifications depends on an equal variety of technical developments in different countries, because finally the specifications denote the results which the manufacturers aim at attaining. Really, however, the contrary is the case. The quality of cement is nearly equal in all similarly technically developed countries. Though the quality does not differ much, in spite of lack of uniformity in specifications, it may be concluded that the specifications, in spite of their differences, are related to the cement works for whose guidance they are prepared. This fact should be considered especially by those who desire an international simplification of standard specifications. It is not really important whether, for instance, the content of sulphuric anhydride is limited to 2.5 per cent. or 3 per cent.; whether the maximum permissible residue on the sieve of 4,900 meshes/sq. cm. amounts to 20 or 25 per cent.; whether the boiling test of Michaelis or the needle test of Le Chatelier is applied; whether the setting time is determined by the Vicat or the Gillmore needle; or whether the strength is tested by employing plastic or earth-moist mortars, though on this last point there may be different opinions. It is not the purpose of this article to deal with such details. I prefer to deal with some general ideas of testing and classifying cements and of their future development.

First is the important question as to whether it is useful to issue standard specifications which may be generally applied to a group of different building materials, such as Italy has done, or whether the requirements are better met with a strict limited specialisation such we do in Germany. I am of the opinion that the specification must be strictly adapted to the character of the material to be tested, and that a far-reaching specialisation will be unavoidable for this reason. In a recent paper read at Dresden before the Association of German Portland Cement Manufacturers I pointed out that two equal Portland cements according to the strictly limited German specifications differ in a wide range when used in practice, even when showing previously the same standard strength. I was able to prove that even with the limited means of laboratory tests two Portland cements of equal value according to the standard tests gave differences of strength of up to 50 per cent. when used as wet mortars. Guttmann, when making test specimens of wet concrete from two Portland cements of equal standard strength, experienced still more amazing differences, amounting up to 100 per cent. It being possible that

such differences occur with cements of the same character and the same standard strength, it is easy to imagine how different the properties of mortars of varying character will be when they are tested according to the same specifications. It is not difficult, for instance, to make mixtures from lime and materials similar in composition to cement, which, on being tested according to the Portland cement specifications, yield excellent results. These mortars, however, when tested in a different manner, such as by adding much sand or by using a wet mortar, nearly always result in less satisfactory values than are given without any difficulty by a Portland cement of equal standard strength. I prefer to lay down the following rule when dealing with the value of hydraulic binding materials: "Separate standard specifications for each building material."

The requirements for specific gravity and weight per litre still being specified in many countries seem to me obsolete. Portland cements which are in accordance with an accurate definition and with suitable technical requirements necessarily possess a high specific gravity. Instead of the adherence to the weight per litre being based on the opinion that in practice cement and aggregates are to be mixed by volumetric measurements, it would be better to provide for measurement by weight; this does not, of course, exclude measuring the materials by volume providing the weight of the volume of cement and aggregates is previously determined.

The specifications of fineness were till now limited to the maximum values of residue on sieves. Nobody had the idea of also fixing minimum values, and to specify in this way that cements should not be ground too finely. I am of the opinion that the time is coming when specifications for the minimum size of cement particles will be of more importance than the present specifications which limit the maximum residue. The requirements for the hardening qualities of the cement are sufficient assurance against the cement being too coarsely ground. Every manufacturer who satisfies the present strength specifications is forced to grind finely enough. It was believed for a long time that there was no limit to the fine grinding of cement, but the advocates of a less finer grinding are increasing. In many cases they base their opinion on the fact that the weight per volume decreases when the cement is too finely ground, thereby causing difficulties on the job so long as cement and aggregates are proportioned according to volume. Moreover, it has been pointed out that too finely ground cements when stored show decreasing strengths. The danger arising from too finely ground cement consists in my opinion (as I pointed out at the recent gathering of the Association of German Portland Cement Manufacturers) in the fact that such cements are much more sensitive to increased water content than more coarsely ground cements. The size of the cement particles is in my opinion the real key to the strange fact that Portland cements of the same standard strength when used for wet concrete result in strengths differing up to 100 per cent. compared one with another. I therefore believe that the future specifications for cement, referring to the composition of particle sizes, will rely less on the maximum residue on sieves of relatively coarse mesh than on the proportion of the most

finely ground particles. This is possible, since we possess reliable apparatus for defining the fineness of cement by air separation or sedimentation.

The setting-time of cement is to-day generally determined by the needle, using plastic mortars of neat cement, but it must not be forgotten that the cement in practice is used under quite different conditions. The addition of more water to mortars or concrete results in much longer setting-time than the laboratory test will yield. It is therefore desirable to devise a new method for defining the setting-time which is better adapted to practice. The solution of the problem will be difficult. The introduction of thermal and electrical processes will not be advisable, because they are liable in a far higher degree to variations than the present mechanical method using the needle apparatus.

The requirements for the soundness of cements have for long been subjects of discussion. Now it has been definitely decided that the hardened cement consists of a "gel," of which the water content depends on the temperature and the moisture in the surrounding air, it has been realised that an absolutely sound cement mortar does not and cannot exist. In spite of this fact it is obviously necessary to specify a minimum soundness for each cement. But what shall these specifications be? It is to-day realised that the 28-days cold-water test is not sufficient, but it is also admitted that all accelerated tests are unrelated to practice, and that they are therefore of doubtful value I believe this question may be solved in a roundabout way, making use of the specifications for strength.

This leads to the question of strength testing. Before referring to the relations between soundness and strength, some general remarks on strength-testing may not be out of place. Having recognized that a cement in practice may behave quite differently from what might have been expected as a result of laboratory strength tests, it seems necessary to adapt as far as possible the method of strength testing to the conditions on the job. So long as rammed concrete was predominant the testing of earth-moist mortars was adequate Plastic and wet concrete, however, are now more generally used in modern constructional work. This is, in my opinion, the reason for believing that in future the testing of plastic mortars will increase in importance. It is interesting to note that, especially in Germany, where up till now the testing of earth-moist mortars has been tenaciously insisted upon, a revolution is in sight as the result of the newer researches on plastic mortars executed by the Laboratory of the Association of German Portland Cement Manufacturers.

I believe that in testing plastic mortars in Germany the principle of making the specimens mechanically should be agreed to so far as possible. Experience has shown that the reliability of strength-testing has increased in the same degree as the testing method has been mechanized. Those familiar with the accurate method specified by German and similar regulations will be astonished to know that the test specimens in the United States are moulded by means of the thumb. It must, however, be acknowledged that this method of making the specimens has been there developed to a very high degree of accuracy and uniformity.

Up to recent years strength testing with specimens of pure cement was considered in Germany to be obsolete. According to studies of Curt Prüssing,

it is possible to derive very useful conclusions from test specimens consisting of neat cement mortar, so that interest in this class of strength test will probably be revived. Prüssing found that tensile tests of specimens more than 10 years old, cured in water, resulted in a strength of approximately 70 kg. per sq. cm. when tested still wet, while the tensile strength was reduced to 25 kg. per sq. cm. when the specimens were allowed to dry out previously. This experience is quite contrary to that resulting from cement-sand mortars, because these tests usually show an increase in strength when cured in air after previous water curing. It is obvious that from these tests interesting information will become available to those interested in cement hardening.

On the question whether cement is to be tested for compression or tensile or bending strength, I personally have for some time favoured tensile testing, and I have always opposed the increasing predominance of the compression test such as is used in many European countries. It is certain that the compression test is of most importance in practice; but compression strength is of no value if a building cracks at the point where high tensile strength is required. Reinforcement in concrete, however accurately calculated, is not able to withstand a certain elongation at those points where high tensile strength is necessary, an elongation which corresponds to the elasticity of the reinforcement. The concrete surrounding the steel, however, has, without cracking, to adapt itself to the elongation, and this is the true reason why concrete should possess high tensile strength and high elasticity.

There is, however, still another open question so far as tensile strength is concerned. Increasing the lime content of the raw mixture results in increased tensile and compression strength, but as soon as this lime content reaches a certain limit then the compression strength still increases while the tensile strength decreases. This is especially apparent when the specimens have been cured a long time under water. Further increase of the lime content results in decreased compression strength too, and apparent unsoundness. It is in my opinion obvious that there exist certain relations between compression as well as tensile strength and soundness, and I wished to point out this fact before explaining that new points of view must be kept in mind with regard to the soundness of a cement, and that these points of view are only to be obtained by the roundabout way of the strength testing.

It seems, however, that the relationship between strength and soundness is still more varied than is apparent from the relation of compression to tensile strength. The remarkable phenomenon which has been revealed, especially by Gensbaur, on cement-sand mortars by alternate curing in water and air, and to which Prüssing has referred in his tests of neat cement, seems to increase our knowledge of the mutual relations between strength and soundness. This being a field of research not yet being sufficiently covered, the importance of these relations should not be neglected. A systematic examination of the test results at the disposal of the official institutes for testing materials should result in an enlightenment of the relations between strength and soundness of cements. When these relations have been recognized and confirmed by scientific research, we may perhaps derive new specifications for the strength and soundness of cements.

Up-to-date Japanese Portland Cement Works.

THE discovery of large quantities of marl limestone and chalk at Nanao Bay on the west coast of Japan nearly 190 miles from Tokyo led to the erection there of a new cement works during the years 1927-1929, with an annual output of 150,000 tons of cement.

The plant was supplied by Messrs. G. Polysius Aktiengesellschaft, of Dessau, and is modern in every respect, with a railway siding stretching about a quarter of a mile along Nanao Bay. On account of the nature of the raw



Fig. 1.—Consecration of Kilns.

materials and the conditions of production it was decided to use the thick-slurry process: the Nanoa Cement Co. was, in fact, the first Japanese firm to instal original plant employing the wet process.

The bulk of the raw material—marl of excellent quality—is broken near the works and conveyed to the factory in trucks. A trough-conveyor feeds it into crushers which reduce it further, and thence it is taken by a steel-band conveyor and elevators to the silos over the raw-mills.

The clay is brought from the opposite shore of Nanao Bay in barges drawn by a steam tug, emptied by a crane, and then deposited by a revolving crane with grab equipment into a hopper which feeds it into two washmills. The slurry resulting from the addition of water flows out of the washmills through a sump into a double pressor, which pumps it by means of compressed air into tanks over the raw-mills.

The limestone used for correcting purposes is conveyed to the works from a quarry over six miles away by a ropeway: it is reduced by a separate crusher and then taken by elevators to the silos over the raw-mills.

The marl, limestone and clay slurry are fed into the two 3-chamber " Solo " mills which are approximately 7 ft. 3 in. in diameter and 42 ft. 6 in. in length: water is added to the desired proportion and the contents are reduced to slurry. This material is then pumped by two double-pressors into eight steel tanks in which it is mixed by an automatic pneumatic slurry-mixing apparatus, the air passage of which is controlled by a " Regulex " valve. The finished slurry, forced by two double-pressors, passes into silos and thence into the kilns.

Two " Solo " kilns, nearly 230 ft. long, have been installed and the slurry is dried, calcined, clinkered and cooled in one continuous operation. Unlike

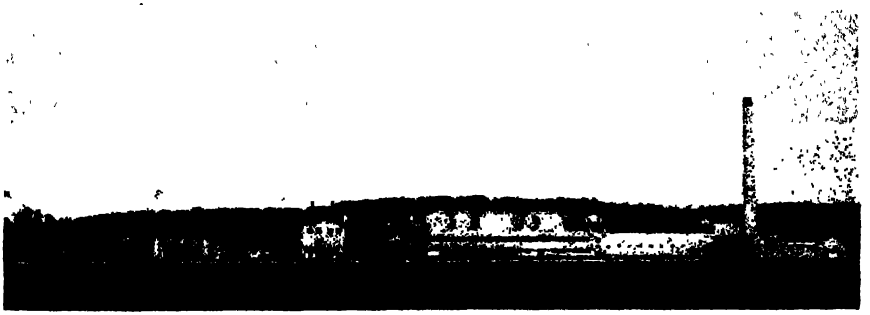


Fig. 2.—General View of Works from the Sea.

kilns with separate coolers underneath, the " Solo " kiln is built at ground level so that neither steps nor platforms interfere with the supervision of the burning.

The elastic " Pol " drive and the water-cooled self-feeding lubrication device ensure regular and satisfactory work on the part of the rollers. The cooling zone is equipped with coolers, which serve both to cool the clinker and to heat the burning air without obstructing the view of the burning process. The flow of air for combustion is regulated by circular air grids and excess draught between the smoke chamber and the kiln is prevented by means of packing rings.

The coal required for firing the kiln is dried in two coal-drying drums and ground in two three-chamber " Solo " mills. It is pumped by compressed air into the silos of the kilns and fed into the burner pipes by means of double-worm extraction gear and blown by high-pressure fans into the kilns. On account of the high percentage of volatile matter in the coal, the burner pipes had to be specially designed.

The clinker passes over shaker-conveyors and elevators into the clinker storage and can be drawn off at various points on to two steel conveyor-bands



Fig. 3.—Motors Driving Raw Material and Cement Mills.

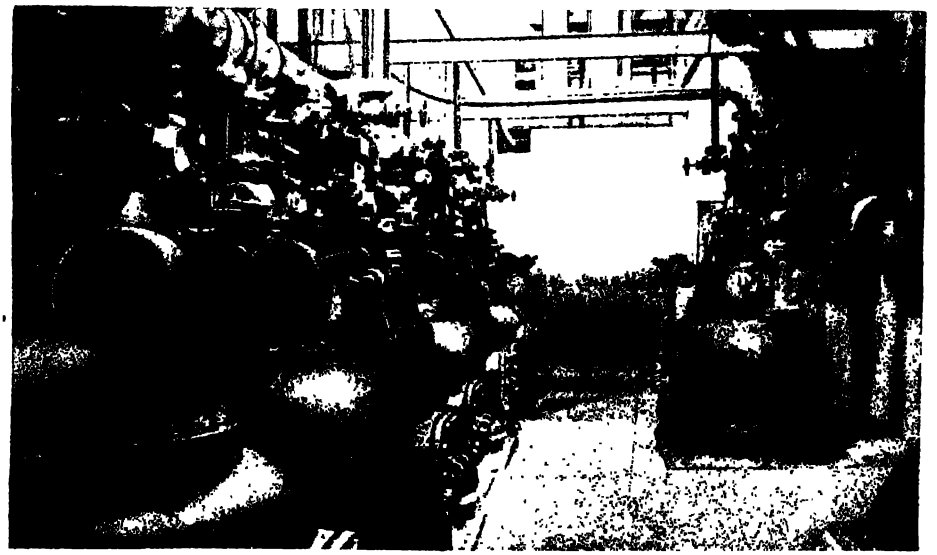


Fig. 4.—Pressors for Pneumatic Conveying of Slurry.

running under the storage Elevators transport the clinker to automatic weighing machines and thence to silos over the cement mills. The flow of clinker and gypsum into the mills is controlled by rotary-table feeders. The two mills are of the three-chamber " Solo " type and are of the same size as the raw-mill, approximately 7 ft. 3 in. in diameter by 42 ft. 6 in. in length, and grind the clinker and gypsum to cement of a very fine grade. The finished material is forced by pneumatic pumps to the cement store, consisting of six cylindrical silos approximately 32 ft. 6 in. and 65 ft. in diameter.



Fig. 5.—Regulex Valves for Automatic Pneumatic Slurry Mixing.

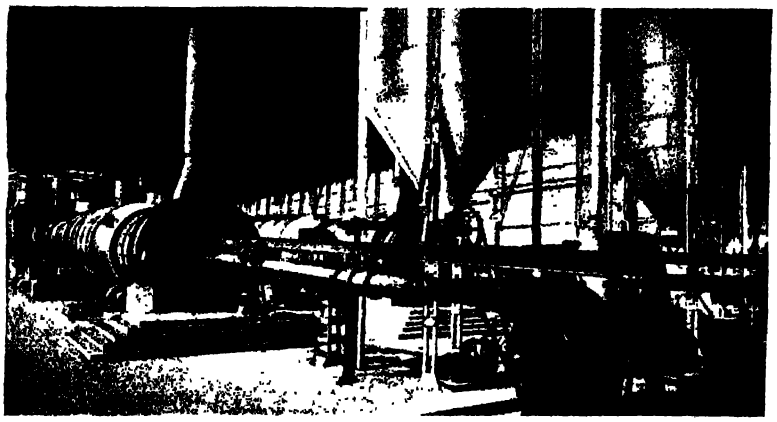


Fig. 6.—Kilns with Powdered Coal Firing.

The packing and dispatch of the cement are carried out by automatic sack and barrel packing machines and suitable loading gear.

A dust-collecting plant ensures a practically dustless operation in the grinding plant, so that losses of material or hindrances in operation through dust are avoided. A fully-equipped laboratory with experimental rotary kilns serves



Fig. 7.—One of the Mills.

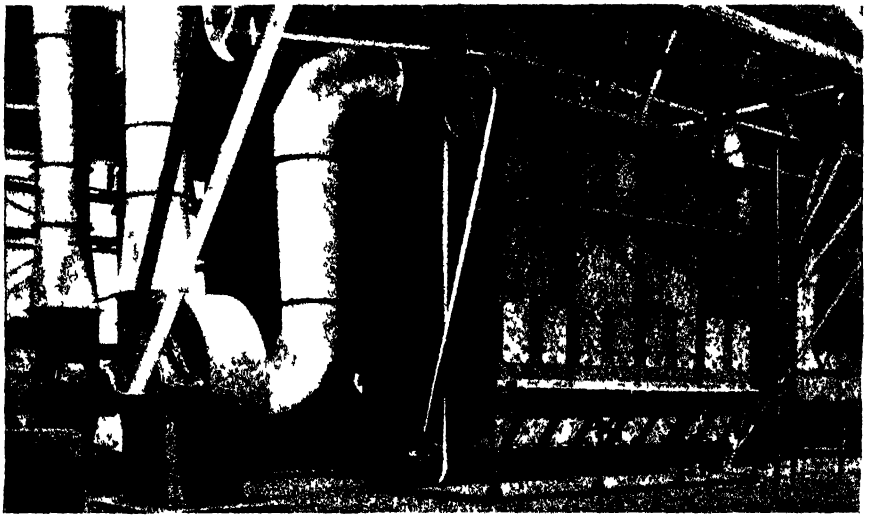


Fig. 8.—Suction Filters for Dust Collecting.

for constant control of the manufacturing process. Repair shops, barrel factory, compressor and transformer plant and offices complete the plant When building the works the possibility of later extensions was taken into consideration and the buildings have been designed so that the erection of an additional raw mill or cement mill can be carried out without further building work.

The predominant idea when laying out the machinery was to unite several stages of work in one large machine to make the whole process of manufacture practically automatic by using mechanical or pneumatic conveying plant. This explains why only about 25 men are employed per shift to operate the machinery.

The Rotary Kiln in Cement Manufacture.

By W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E

IT is proposed in this series of articles to treat the rotary kiln mainly from the point of view of output and fuel economy, and an attempt will be made to elucidate the laws which govern the rate of heat transmission from the hot gases to the raw materials in the kiln, and from the hot clinker to the air passing through the cooler.

To obtain the maximum output with the minimum fuel consumption careful attention must be paid to a number of details, which will be as far as possible

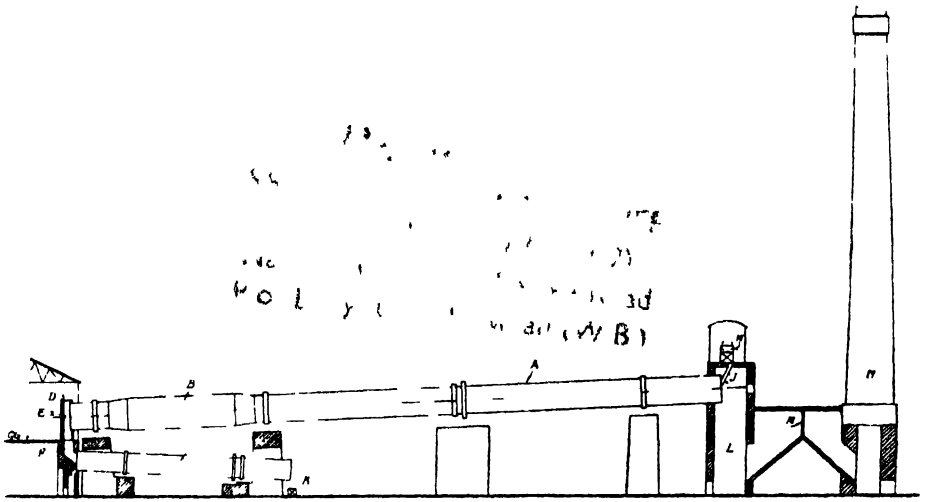


Fig. 1.

A, Rotary kiln B, Enlarged clinkering zone C, Rotary cooler, D, Kiln hood, L, Coal firing pipe, I, Brickwork clinker chute, G Kiln burning platform, H, Slurry feed tank, J, Slurry feed pipe to kiln, K, Trav conveyor for cooled clinker, L, Kiln flues, M, Regulating damper, N, Chimney, 150 ft high.

enumerated and discussed. To this end, as a framework, we may consider a wet-process rotary kiln 200 ft. long, a size which has been much used in recent years, although, as is well known, considerably longer kilns are now in use.

A typical elevation is shown in Fig. 1. The chief features may be identified by consulting the table of reference In the description which follows, various figures are quoted which may be taken as representative of good standard practice.

The kiln generally is 8 ft. 6 in. in diameter inside the shell plates, the clinkering zone being 10 ft. in diameter and 39 ft. long. The cooler is 6 ft. in diameter

and 66 ft. long. The kiln is inclined at 1 in 24; it is supported on four tyres, and makes approximately 0.85 r.p.m.

In a wet-process kiln the raw material in the form of slurry enters by the pipe marked J and passes slowly down the kiln, taking about 2½ hours to travel from end to end. The moisture is evaporated, the CO_2 driven off, and the remaining material clinkered, the maximum temperature reached in the clinkering zone being about 2,500 deg. F.

In the kiln the material may occupy about 7½ per cent. of the total volume reckoned inside the lining. Leaving the kiln at a temperature of 2,200 deg. F. the material traverses the cooler and is discharged to the tray conveyor (K) at a temperature of 200 deg. F. or less. The cooler makes 5 r.p.m.

The kiln is fired by powdered bituminous coal, which enters the lower end through the burning pipe (E). The air supplied to burn the coal is not usually more than 5 to 10 per cent. in excess of the quantity necessary for complete combustion as estimated from the coal analysis.

Of the total air supply about 20 per cent. may be used to inject the coal into the kiln; the remainder is drawn up through the cooler, where it cools the clinker and is in turn heated, thus entering the kiln at a temperature of approximately 800 deg. F.

To consider the air and coal supply figures in detail we may assume the kiln, with enlarged clinkering zone, to have an output of 8 tons per hour. Using dry coal of a calorific value of 12,600 B.T.U.'s per lb. the fuel consumption may be 27 per cent. of the clinker produced, hence:

$$\text{Coal per hour in tons} = \frac{27 \times 8}{100} = 2.16$$

and coal per minute in lbs. $= \frac{2.16 \times 2,240}{60} = 80.6.$

The air necessary for combustion, including 10 per cent. excess, will be 10 lbs. per pound of coal (very nearly), hence:

Air per minute = 806 lbs.

As previously mentioned this amount is sub-divided as follows:

To inject powdered coal (about 20 per cent.) . .	161 lbs.	
Passing up cooler	645 lbs.	
Total	806 lbs.	per minute.

In a kiln fitted with a moderate quantity of slurry lifters the temperature of the waste gases will be about 750 deg. F. Until comparatively recently it was not generally recognised that the temperature of the exit gases from a wet-process kiln would be as high as that stated. Attention being directed to the matter efforts were made to reduce it, with what success will be described later.

Typical Heat Balance.

The manner in which the heat of the coal is used, or wasted, may be seen from a Heat Balance, which is given in a condensed form below:

	Per cent. on clinker.
(1) Heat required to evaporate moisture in slurry (40 per cent.) at 212 deg. F.	8.86
(2) Heat required to decompose $CaCO_3$ at 1,650 deg. F.	7.10
(3) Radiation loss from kiln and cooler	3.76
(4) Hot clinker loss at cooler discharge	0.24
(5) Heat lost in waste gases (at 750 deg. F.) which comprise the products of combustion, the steam from the slurry, and the CO_2 from the raw material	8.00
Total	27.96
Deduct for exothermic reaction during clinkering	1.50
Kiln consumption standard coal, per cent.	26.46

The various items which make up the Heat Balance will be considered in detail in a future article.

Dry coal of 7,000 calories, or 12,600 B.T.U.'s per lb., is referred to as standard coal, and heat quantities are conveniently expressed for the purposes of rotary-kiln tests in standard coal reckoned as a percentage of the clinker produced. Thus in item 5 of the Heat Balance the waste-gas loss is 8 tons of standard coal per 100 tons of clinker produced; this would generally be expressed by saying that the waste-gas loss is 8 per cent. on the clinker. If the kiln is making 8 tons of clinker per hour the actual loss is:

$$8 \times 2{,}240 \times \frac{8}{100} \times 12{,}600 = 18{,}063{,}360 \text{ B.T.U.'s per hour.}$$

The waste-gas loss and similar losses are reckoned above 60 deg. F. and the calorific value of the coal is measured from the same datum. The standard coal consumption of any kiln is obtained from the measured coal consumption, by suitably correcting for the moisture and calorific value of the coal actually used.

The figures quoted may be taken as typical of the performance of a rotary kiln 200 ft. in length, in good working order, and containing about 400 sq. ft. of slurry lifters. The writer has obtained such figures from carefully conducted tests extending over a period of several weeks.

KILN DETAILS.

Attention will next be given to some of the more important details which affect the successful working of the kiln.

Slurry Feed.

An apparatus which can be relied upon to feed the slurry to the kiln at a uniform rate is very desirable. When the kiln is on full output an excess of

slurry coming into the clinkering zone, due to an irregular feed, cannot always be satisfactorily clinkered; possibly the kiln may have to be stopped and much coal wasted.

Two well-known types of slurry feed are described below:

(1) **Adjustable Orifice with Constant Head.**—A diagram of the apparatus is shown in Fig. 2. The reference letters and the corresponding table will make the general arrangement clear.

The head of slurry is maintained at about 30 in. The feed is regulated by

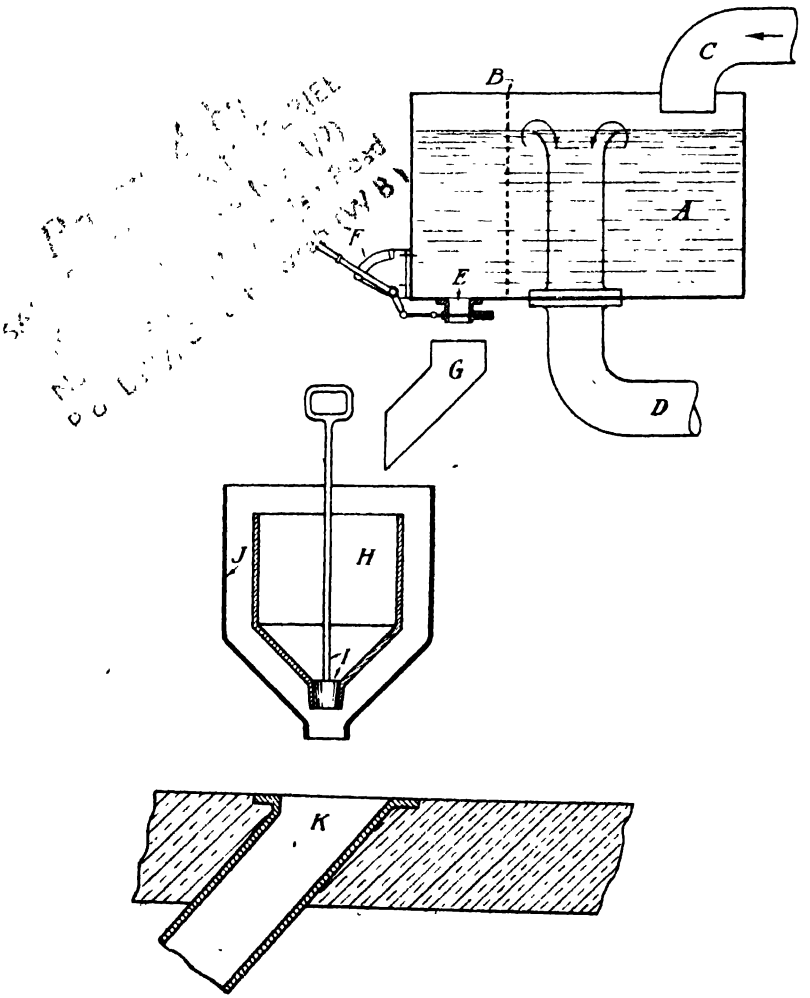


Fig. 2.

A, Slurry feed tank; B, Wire screen; C, Slurry feed pipe from pumps; D, Overflow pipe to mixers; E, Outlet orifice and slide valve; F, Operating lever and graduated sector; G, Discharge chute; H, Slurry measuring vessel; I, Wood plug and handle; J, Overflow vessel; K, Slurry feed pipe to kiln

the operating lever (G), which moves against a graduated quadrant and uncovers, more or less, an elongated orifice cut through a brass sliding plate.

On its way to the kiln the slurry passes through the measuring vessel (H); normally the conical wood plug is not inserted, but when a measurement of the rate of slurry feed is required the plug is quickly put into position and the time taken for the slurry to fill up to overflow level is measured by a stop watch. To complete the calculation the capacity of the slurry measuring vessel must be known in terms of equivalent clinker. As a check on the kiln output the measurement is approximate only.

This type of apparatus has been frequently tested by the writer, and it was generally found that the rate of feed, with a definite orifice opening, although often uniform, might vary from 5 to 8 per cent. over a 24-hour period. Occasionally much greater variations were measured, but experiments extending over a considerable period would be required in order to obtain an adequate explanation of this result.

Since a want of uniformity in the slurry feed reduces the output of the kiln, a certain amount of research work could usefully be done by the management wherever this type of apparatus is installed. To adjust the rate of feed the kiln-burner has to walk from the burning platform to the slurry feed tank, but this is no disadvantage as adjustments should not often be necessary and are not desirable. If the kiln has to be stopped from any cause as a temporary measure, the chute (G) in Fig. 2 can be deflected by a wire rope operated from the burning platform, the slurry feed then returning by the overflow pipe to the mixers.

The advantages of this type of slurry feed are (*a*) it is relatively cheap, and (*b*) it requires no power to operate it.

(2) **Rotary Slurry Feed.**—The feeder illustrated in Fig. 3 measures out a definite volume of slurry per revolution, so that its substantial accuracy should not be affected by any reasonable variation in the fluidity of the slurry. The reference letters and table will make the general arrangement clear. Slurry is pumped into one compartment of the feed tank (A) in excess of the requirements of the kiln; the surplus escapes by an opening (C) in one end. The slurry level inside the tank is substantially that of the base (G) of the opening (C). Each scoop delivers a definite volume of slurry to a compartment of the central drum (E), from one end of which it passes into a second compartment of the tank and hence through the discharge pipe (I) to the kiln. The scoop wheel is usually driven by a geared motor at a speed of about 15 r.p.m.

The regulation of the speed (and hence the rate of slurry feed) by a variable-speed controller on the burning platform is not altogether satisfactory, and with alternating current there is some difficulty in getting a sufficient range of speed variation, although a small feed is only required when the kiln is being started up after a lengthy stop.

An alternative method is to make the lower edge (G) of the overflow opening adjustable vertically by means of a sliding plate operated by a screw. By lower-

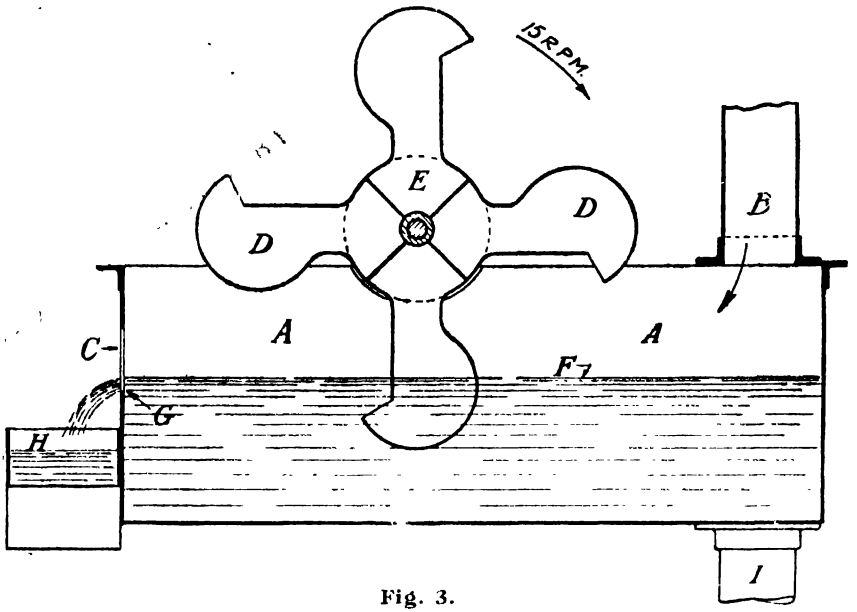


Fig. 3.

A, Slurry feed tank in two compartments. B, Slurry supply pipe C, Overflow opening; D, Slurry scoops, E, Central drum delivering to other compartment of tank, F, Normal slurry level; G, Lip of overflow opening; H, Slurry return to mixers. I, Slurry discharge pipe to kiln.

ing the slurry level in the feed tank a slow rate of feed can be obtained for starting-up purposes at the usual speed of the driving motor. All that is needed on the burning platform is a switch to start and stop the motor.

It is not customary in practice to provide a method of readily obtaining, at any time, the volume of slurry delivered per revolution by the rotary feeder, so that its uniformity under varying conditions of slurry moisture, and fluidity, has generally been assumed, and perhaps rightly.

Coal Feed.

We will assume the coal to be dried to 1 per cent. of moisture, ground to a residue of 10 per cent. on 180², and stored in a hopper suspended above the burning platform. A good arrangement of coal feed is shown in Fig. 4. The opening at the bottom of the hopper should not be less than 2 ft. by 1 ft. 6 in. Two screws are used; they may extract as much as 70 per cent. of the volume due to their diameter and pitch. Clear of the hopper the pitch is increased. The screws are usually driven by a variable speed mechanism, which will allow the revolutions per minute to be closely adjusted throughout a 2 to 1 range, or similar. A Reeves variable speeder is often used, or a friction disc. The screws deliver the coal into a funnel-shaped casting (E) in the coal-firing pipe. The part where the coal enters is a zone of high air velocity and consequently of low pressure; hence by suitable design it may be arranged that there is a small suction on the coal-feed screws.

Experience has shown that there will be a tendency for the coal to pack tightly in the base of the hopper (A) and to hang up in part, so that at times the feed-screws do not deliver the volume of coal which would be normally expected from their diameter and pitch. The deficit is increased if the coal is not properly dried. Its occurrence is indicated by a fall of temperature in the clinkering zone without apparent cause. Again, if the hopper is allowed to become partly empty a hollow space may form down the centre; after a time the circumferential material falls in and the finely-ground coal has a tendency to flow like water past the feed screws and so on to the coal firing pipe. The excess of coal feed is indicated by the emission of black smoke at the chimney top.

In the design indicated in Fig. 4 the use of two feed screws placed as close as possible to the base of a relatively large opening minimises the tendency for the coal to hang up, and poke holes are provided. Flushing is prevented

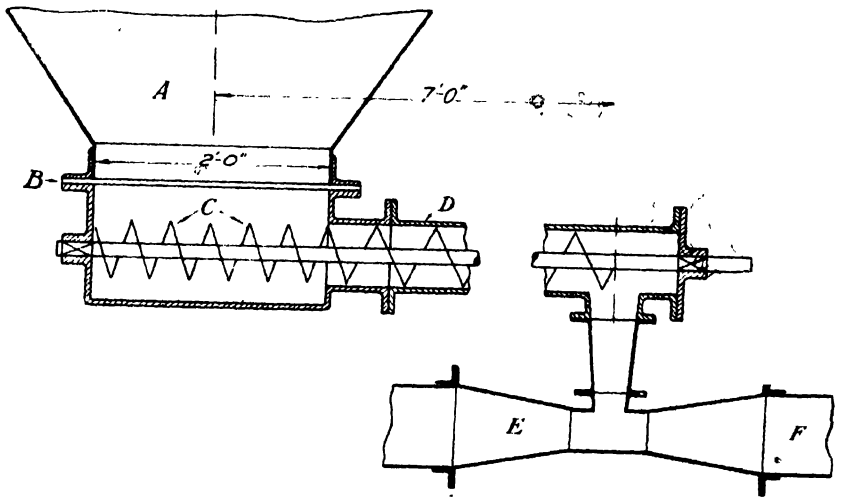


Fig. 4.

A, Powdered coal hopper; B, Slide door; C, Coal feed screws, two; D, Circular casing for each screw; E, Venturi casting for coal feed; F, Coal firing pipe to kiln

in part by reducing to a minimum the clearance between the spiral and the casing (D); the latter should be bored out. Even then flushing is not always prevented, and it is found desirable, and generally effective, to keep the hopper full, or nearly so.

Various other devices have been used to prevent flushing, but the writer has found the relatively simple arrangement shown in Fig. 4 to be quite satisfactory if attention is paid to the points previously indicated.

Coal Firing Nozzle.—The coal may enter the kiln through a 7-in. diameter nozzle, the air velocity being about 150 ft. per second and the temperature

150 deg. F. A simple circular nozzle is all that is required, although various other shapes have been tried. Under the above conditions the clinkering zone is formed in a convenient position along the kiln. If the coal is dry and finely ground, and hot air is used to inject it, ignition may take place rather too quickly. The clinkering position is then not sufficiently far from the outlet end of the kiln to allow the burner to deal with relatively unburned clinker.

Control of Burning Operation.

Standing at the lower end of the kiln the burner watches the clinkering operation through an opening in the kiln hood, using a square of coloured glass. His chief duty is to see that the material in the position where clinkering usually takes place, some 20 ft. from the kiln end, has reached the proper temperature. This is estimated by the colour. The burner may be able to see the material for some 15 to 20 ft. beyond the clinkering position, and in this length the colour perceptibly changes, reaching a white heat as clinkering becomes complete.

With a uniform slurry feed adjusted to a suitable speed of the kiln the r.p.m of the coal-feed screws might be expected to remain sensibly uniform. On the wet process such uniformity may at times occur for two to three hours or more. The balance is upset possibly by the pulverised coal hanging up a little in the feed hopper, or a small clinker ring may break away thus allowing an excess of material to come down the kiln. Should it be apparent that the material approaching the clinkering position is too low in temperature, the burner usually increases the coal feed and at the same time reduces the speed of the kiln. The rate of the approach of the material to the clinkering position (normally about 16 in. per minute for a 200-ft. kiln) is slowed down for the time being, and the temperature in the clinkering zone is somewhat increased; then in a few minutes conditions generally become normal again without any underburnt material having left the kiln.

With a kiln working on full output, however, it is not easy to impart much additional heat to the material in or near the clinkering position, owing to lack of time and surface. Most of the heat due to the extra coal burned is transferred to the material farther along the kiln. If the increased coal feed exceeds 10 per cent. of the normal there may not be enough air present to burn it, and black smoke makes its appearance at the chimney top.

For ordinary losses of temperature in the clinkering zone it should not be necessary to reduce the slurry feed, since the material takes about 2½ hours to pass through the kiln. Hence any temporary reduction of slurry feed would not affect the situation in the clinkering zone until long after the kiln had regained its normal temperature. The writer has, however, seen large losses of clinker output occasioned in this manner.

Slope and Speed of Kiln, and Volume of Charge.

Normal figures for a wet-process kiln 200 ft. long such as we are now considering would be slope of kiln 1 in 24, speed of kiln 0.85 r.p.m.

Practice shows that the charge in the kiln after it is dry will take approximately the position shown in Fig. 5, where A C B is inclined at the natural slope

of the material, and the charge volume, represented in cross-section by the area A C B D, may be about 7½ per cent of the kiln volume reckoned inside the lining This includes for a clinkering zone of normal dimensions. Due to the rotation of the kiln the material of the charge circulates as shown by the arrows.

Assuming in the first instance that the material throughout the kiln is dry, and suffers no chemical change, it is apparent that

$$\frac{\text{Total charge in tons}}{\text{Feed per hour in tons}} = \text{Time of material in kiln in hours}$$

Turning to an actual wet-process kiln the calculation has to be made separately for each zone, i e (*a*) evaporation, (*b*) raising temperature, (*c*) decomposition of $CaCO_3$, and (*d*) raising temperature For a 200-ft kiln with a charge volume of 7½ per cent the time required works out at 2½ hours

Since the output of a rotary kiln over a wide range of sizes has been found

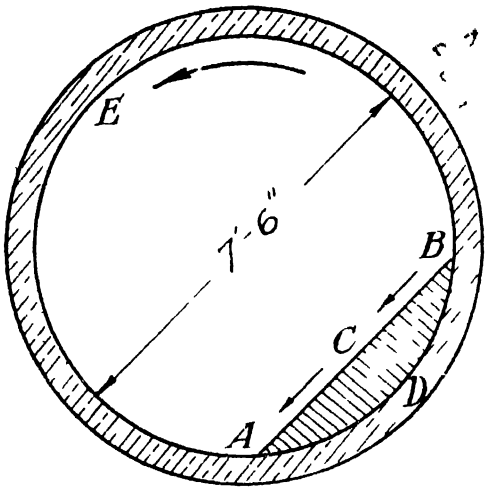


Fig 5

by experiment to be approximately proportional to the volume calculated inside the lining, if we assume the charge ratio to be the same in all cases (for instance, 7½ per cent) it follows that the material passes through all kilns, long or short, in the same period of time, viz 2½ hours It is proposed to try out this matter by experiment and to return to the subject in a later article

A slight increase of speed will reduce the time of the material in the kiln, and therefore reduce the charge volume. Also, a slight reduction of slope would increase the time the material remained in the kiln and would increase the charge volume Hence it is apparent that there is a range of values for the slope and speed respectively which will retain a charge volume of 7½ per cent

Many earlier kilns of 150 to 200 ft in length have been driven from line shafting, two sets of fast and loose pulleys being used giving a fast speed of

1 r.p.m. and a slow speed of ½ r.p.m. Latterly most kilns have been driven by belt from a slow-speed motor having a speed variation of 2 to 1 or thereabouts.

Method of Heat Transmission.

The surface (A C B) of the charge receives heat directly from the hot gases by convection; it also receives heat by radiation from the portion of the kiln circumference (A E B). The surface (A D B) of the charge receives heat by convection, by radiation, and by conduction. It is proposed to deal with the actual rates of heat exchange in a future article.

Connection between Kiln and Cooler.

During the development of the rotary kiln the arrangement by which the red (or white) hot clinker was conveyed from the kiln to the cooler probably gave

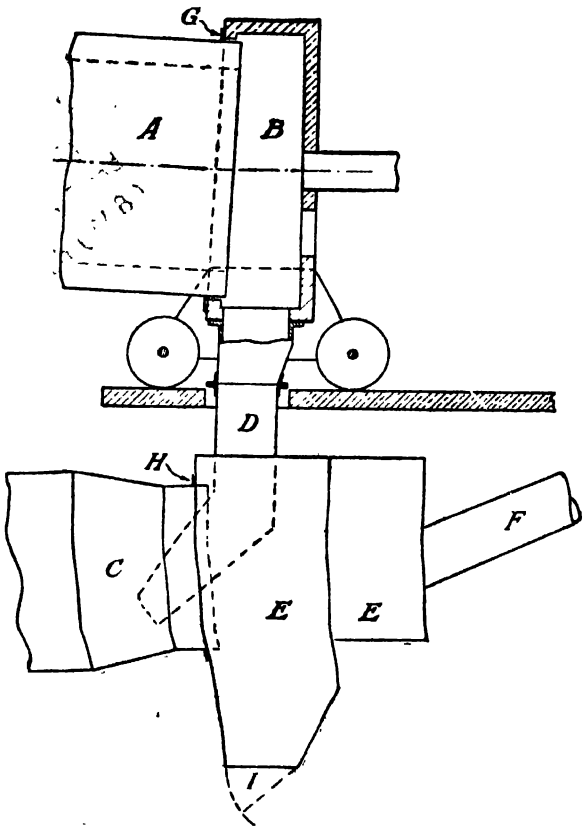


Fig. 6.

A, Rotary kiln; B, Kiln hood; C, Cooler; D, Iron clinker chute; E, Cooler hood; F, Suction pipe from coal firing fan; G, Kiln hood packing rings; H, Cooler hood packing rings; I, Discharge door for spill.

more trouble than any other part of the apparatus. An early design once generally used is shown in Fig. 6, suitable reference letters being attached. The clinker chute (D) was intended to serve the double purpose of conveying the hot clinker from the kiln to the cooler and the preheated air from the cooler to the kiln.

The laws governing the flow of air were not at that time generally understood. The draught in the kiln hood due to the kiln chimney was only sufficient to draw up a relatively small quantity of air through the clinker chute. Consequently the latter became red hot and soon burnt away. Additional hot air was secured for the kiln by coupling up the suction pipe of the coal-firing fan to the cooler hood (E), but the arrangement was rendered much worse than it need have been by the crude nature of the air packing-rings at the kiln and cooler hoods. The kiln packing-ring consisted of an annular plate about 6 in. by $\frac{3}{8}$ in. in cross section. It was fitted around the kiln end and bolted up to the face of the hood. The plate was divided into four quadrants each of which could be separately adjusted to the circumference of the kiln since the bolt holes were slotted. When the kiln was new and truly circular at the packing ring, and if the kiln end ran true on the supporting rollers, the packing was satisfactory. Owing to the heat, however, the kiln end soon became distorted and the quadrants of the packing ring were pushed back leaving large gaps, with the result that cold air entered the kiln hood by packing-ring leakage more easily than hot air could come up the clinker chute.

In the cooler hood (E) conditions were much the same. A draught was produced in the cooler hood by the pipe (F) and cold air entered the hood by packing-ring leakage more easily than it could come through the cooler, the more so because the orifice at the cooler end was obstructed to a serious extent by the lower end of the clinker chute. As a result very little of the air necessary for combustion in the kiln came through the cooler, and the heat of the clinker leaving the kiln was expended in making the shell of the cooler red hot and in burning out the longitudinal cascading channels which were provided in the cooler interior. The clinker also left the cooler at a relatively high temperature.

The use of higher chimneys, and consequently the provision of more draught in the kiln hood, did not improve matters until packing-ring leakage was eliminated. The writer tested two or three early kilns in which 75 per cent. of the air required for combustion was supplied either by the coal firing nozzle, or by cold air leakage into the kiln hood. Such leakage reduced by a corresponding amount the air which could be drawn through the cooler and preheated, and the proportion of heat recovered from the hot clinker was correspondingly reduced.

Heat of Clinker leaving Kiln.

If the quantity of heat stored in the clinker leaving the kiln is all wasted the increased coal consumption which will result may be calculated as follows:

The recoverable heat in one ton of clinker, reckoned over the range 2,200 deg. to 200 deg. F., with a specific heat of 0.24, is

$$\frac{2,000 \times 0.24 \times 2,240}{12,600} = 85.4 \text{ lbs. standard coal.}$$

Expressed in relation to the clinker produced the amount becomes

$$\frac{85.4 \times 100}{2,240} = 3.81 \text{ per cent.}$$

This is not, however, the whole story since additional coal has to be burned in the kiln to replace the heat lost in the clinker; of this extra heat about 20 per cent. will go up the kiln chimney as waste gas, so that the actual increase of coal consumption due to the failure of the cooler to recover the heat of the clinker would be

$$\frac{3.81}{0.80} = 4.76 \text{ per cent. on the clinker.}$$

Without a cooler, therefore, the standard coal consumption of the kiln whose Heat Balance is given earlier in this article would rise from 26.45 to 31.21 per cent.

Modern Improvements.

A substantial step forward was made by fitting self-adjusting packing rings to the kiln and cooler hoods and applying forced draught to the cooler. The upper end of the cooler was also lined with firebrick for about one-third of the length. By forcing through the cooler the correct amount of air needed for combustion in the kiln (less any cold air entering by the coal firing fan) the radiation loss from the cooler shell was greatly reduced and the clinker leaving the cooler was sufficiently cooled. Damage to the internal iron parts of the cooler and to the iron clinker chute was also prevented. Some really efficient kiln plants have been operated on these lines.

During the last few years, however, a clinker chute composed entirely of firebrick has come generally into use; it provides an ample air way between the kiln and cooler and repairs are very seldom needed. The arrangement is shown in Fig. 7, suitable reference letters being attached. For a 200-ft. kiln the minimum area in cross section of the firebrick chute would be about 9 square feet.

The steel-plate packing ring for the kiln hood is bored out about 2 in. larger in diameter than the kiln end, and it moves freely between two angle rings which are riveted to the kiln shell. The outer circumference of the packing ring fits easily into an angle ring which is riveted to the kiln hood. It is apparent that the kiln end may run considerably out of truth or shift longitudinally without reducing the effectiveness of the arrangement.

Fuel Losses in Early Kilns: Summary.

In England the early rotary kilns, mainly on the wet process, were approximately 100 ft. in length. We have already seen that due to excessive packing-ring leakage and to the restricted airway between the kiln and cooler the heat

of the clinker leaving the kiln was mostly wasted. Cold air in-leakage was also the source of further loss. Owing to the high brick chimneys used, and the consequent draught available in the kiln hood, the packing-ring leakage in many cases caused the air used for combustion to be in excess by 40 or 50 per cent. The excess air increased both the quantity and the temperature of the waste gases, and thus the waste-gas loss. Hence, due to the above causes and to others referred to below, the standard coal consumption of the early 100-ft. wet-process kilns usually ranged from 34 to 38 per cent.

Since that period the main reduction in coal consumption in kilns ranging

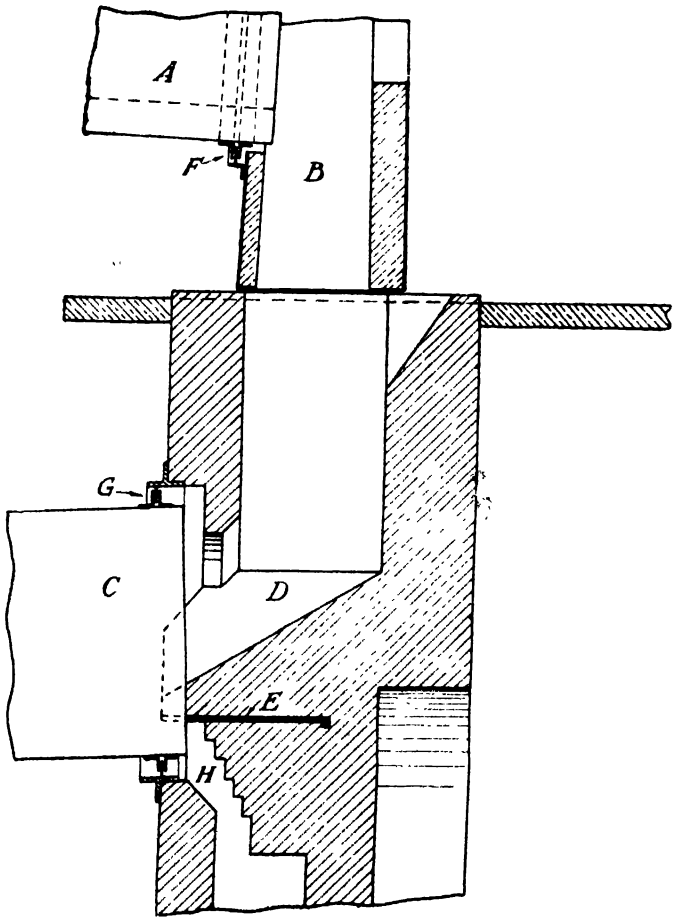


Fig. 7.

A, Rotary kiln; B, Kiln hood; C, Cooler; D, Brickwork clinker shoot; E, Iron bar supports for projecting brickwork; F, Kiln hood packing ring; G, Cooler hood packing ring; H, Spillway for clinker.

from 100 to 250 ft. has not been due to an increase of length, but to other causes, the more important of which are now summarised as follows:

(*a*) Better recovery of the heat of the clinker leaving the kiln.

(*b*) Reduction of the excess air used in burning to 5 per cent. or thereabouts.

(*c*) Mechanical details of the kiln and cooler and of the subsidiary plant have been gradually improved. Hence continuous running is now much more easily achieved, and less coal is required to heat and reheat the kiln.

(*d*) Longer kilns, which are proportionately larger in diameter, have the advantage that clinker rings are less liable to persist in them. In the small-diameter kilns, and with materials relatively low in silica, clinker rings caused frequent stoppages, the effect being to increase the coal consumption and to diminish the output of clinker.

(*To be continued.*)

To Our Contemporaries.

DURING the short time "Cement and Cement Manufacture" has been published a considerable number of its articles have been reprinted, without permission and without acknowledgment, in other journals dealing with cement. Certain European journals have been the worst offenders in this respect. While we appreciate this recognition of the value of the contents of "Cement and Cement Manufacture," we would point out that the authors of the articles in question are paid by us for their contributions, and that our contributors' fees amount to a very considerable sum. Payment for contributions is, indeed, the second most costly item in the production of this journal.

We have no wish to restrict information of value to cement manufacturers or testers. It is in order to make such information available throughout the world that "Cement and Cement Manufacture" is, at great expense, now published in four languages. Other journals are quite welcome to abstract or reprint our articles providing proper acknowledgment is given; but we strongly object to the piracy of our copyright articles without a statement that they have been taken from this journal.

If this form of theft continues we propose in future to publish the names of the journals concerned, together with a list of the articles stolen without acknowledgment from "Cement and Cement Manufacture." Those journals who apparently endeavour to keep their editorial expenses to a minimum, please note.

The New Hope Cement Works of Messrs. G. & T. Earle, Ltd.

MANUFACTURE of Portland cement was recently commenced at the new factory of Messrs. G. & T. Earle, Ltd., cement manufacturers, of Hull. The site selected is at Hope, on the south-eastern border of the High Peak district of Derbyshire, about midway between Manchester and Sheffield. A private railway connects with the Dore and Chinley branch of the London, Midland and Scottish Railway Company, while road transport for the finished product will be facilitated by the construction of a concrete road from the works to the



Fig. 1.—General View of Factory.

main road leading from Hathersage to Castleton. A brief summary of the directions in which accepted practice has been departed from, and new ideas so far as Great Britain is concerned are now being tried out, will be of interest.

For the first time a gyratory crusher for fine crushing in cement works is being used. Exit gases are led directly into dust-collecting fans. Only three elevators have been fitted throughout the works; one of them lifts coal from the railway wagons into the storage hoppers, the second is for fine coal storage, and the third restores dust from the kiln induced-draught fans back into the kilns. The processes of crushing, grinding, kiln slurry feeding, and the preparation of the clay are all accomplished without the aid of a bucket elevator. There is no tramway in connection with clay-winning and washing.

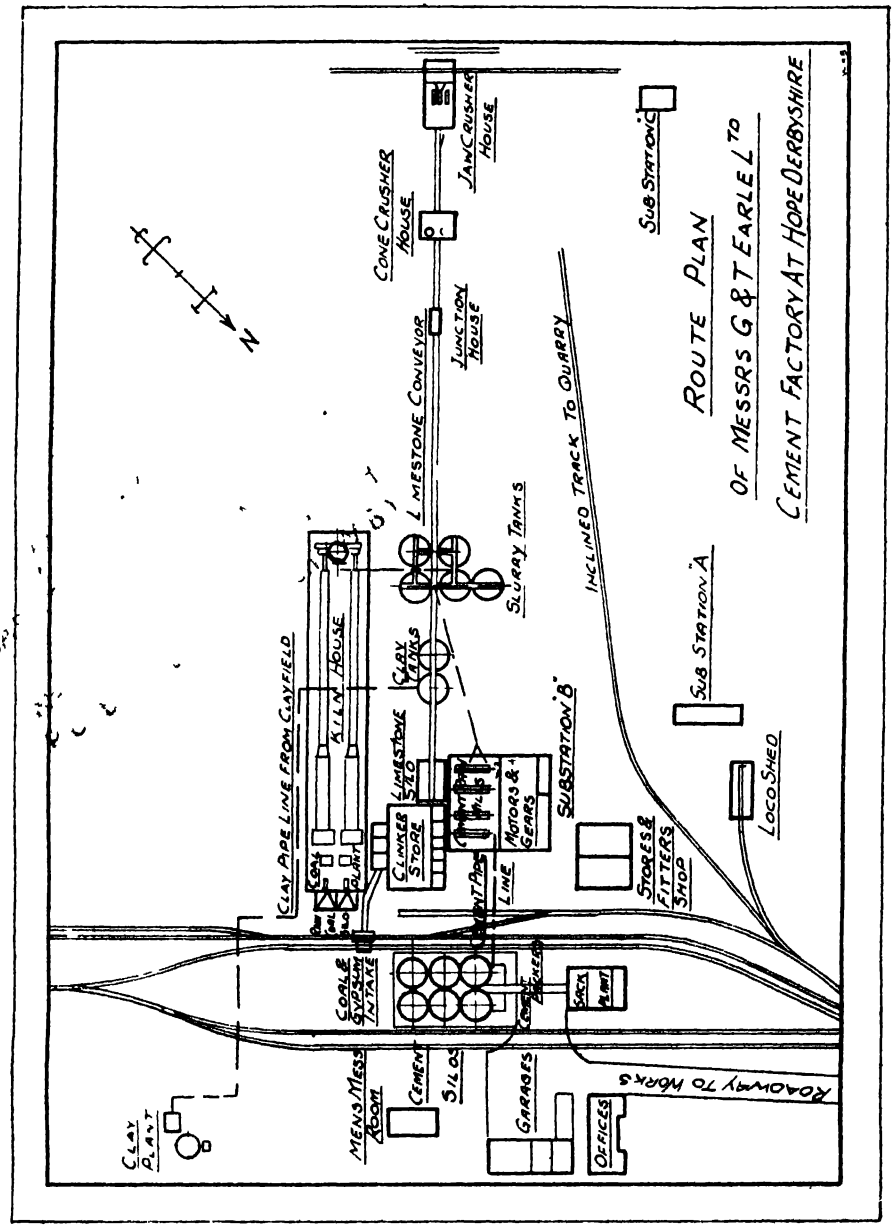

ROUTE PLAN
OF MESSRS G & T EARLE LTD
CEMENT FACTORY AT HOPE DERBYSHIRE
CLAY PLANT
CLAY PIPE LINE FROM CLAYFIELD
KILN HOUSE
COAL & GYPSUM INTAKE
MEN'S MESS ROOM
CEMENT SILOS
GARAGES
OFFICES
ROADWAY TO WORKS
CLINKER STORE
LIMESTONE SILO
CLAY TANKS
SLURRY TANKS
LIMESTONE CONVEYOR
CONE CRUSHER HOUSE
JUNCTION HOUSE
JAW CRUSHER HOUSE
INCLINED TRACK TO QUARRY
SUB STATION 'A'
SUB STATION 'B'
SUB STATION C
LOCO SHED
STORES & FITTERS SHOP
MOTORS & GEARS
BRICK PLANT

Fig. 2.

The clay is dragged by scraper gear direct from the clay-field into a clay washmill and thence pumped into storage.

The factory is laid out for a cement production of 3,200 tons per week and arranged with a view to future extensions. On visiting the site attention is immediately arrested by the hilly nature of the ground, and one appreciates that the lay-out of the quarries and plant has been to a large extent determined by the contours of the ground. The quarry floor is 875 ft. above ordnance

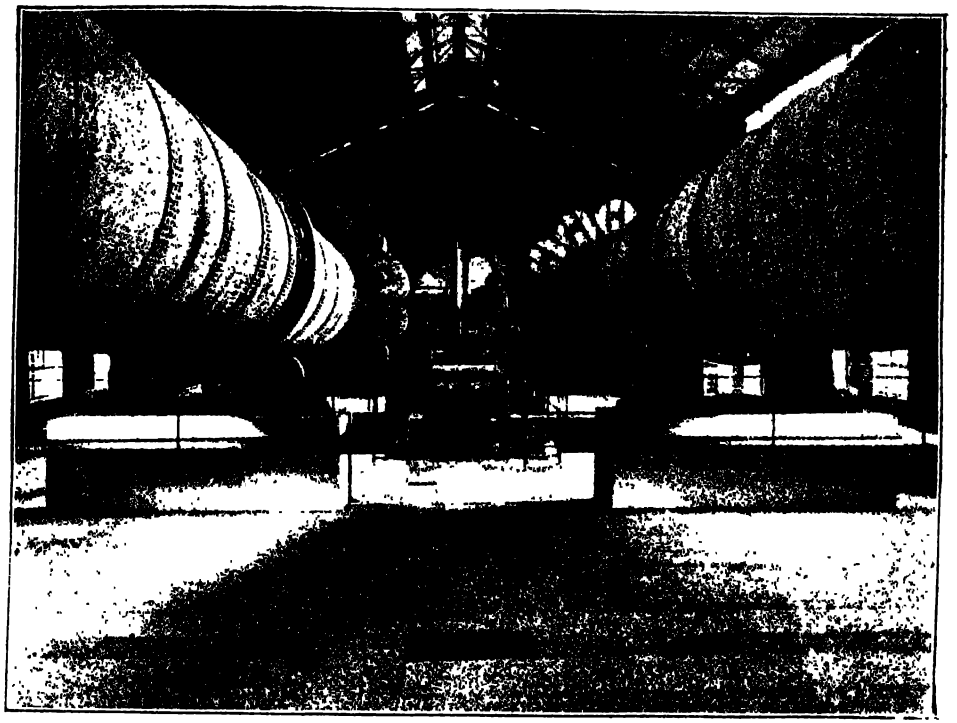


Fig. 3.—Rotary Kilns looking towards the Coolers.

datum, the works themselves finish with the clay washmill at 570 ft. O.D.; thus there is a difference of 305 ft. from highest to lowest levels.

The Quarry.

The limestone is of high quality, practically free from moisture, and contains 97 per cent. of calcium carbonate. A quarry face about 700 ft. in length was opened during the construction of the factory in preparation for large-scale blasting. Shortly before manufacture commenced, the drilling of this face was completed, and at one operation about 30,000 tons of limestone were dislodged and broken to a suitable size for picking up by the electric navvy. The holes, drilled by well drills of the company's own manufacture, were 6 in. in diameter by 35 ft. deep and were exploded simultaneously.

The broken limestone is picked up by an electric navvy with a bucket of 3½ cu. yd. capacity and caterpillar wheels for travelling. The slewing of the jib is accomplished by a self-contained unit operated by its own motor; in fact, a separate motor is provided for each motion. A 110-H.P. motor takes care of the hoisting, while slewing and racking each has its own 40-H.P. power units. Each of the three motions is controlled by a separate reversing-contactor type stator panel with mechanical and electrical interlocks and overload relays. Master controllers fitted with vertical hand-levers actuate these

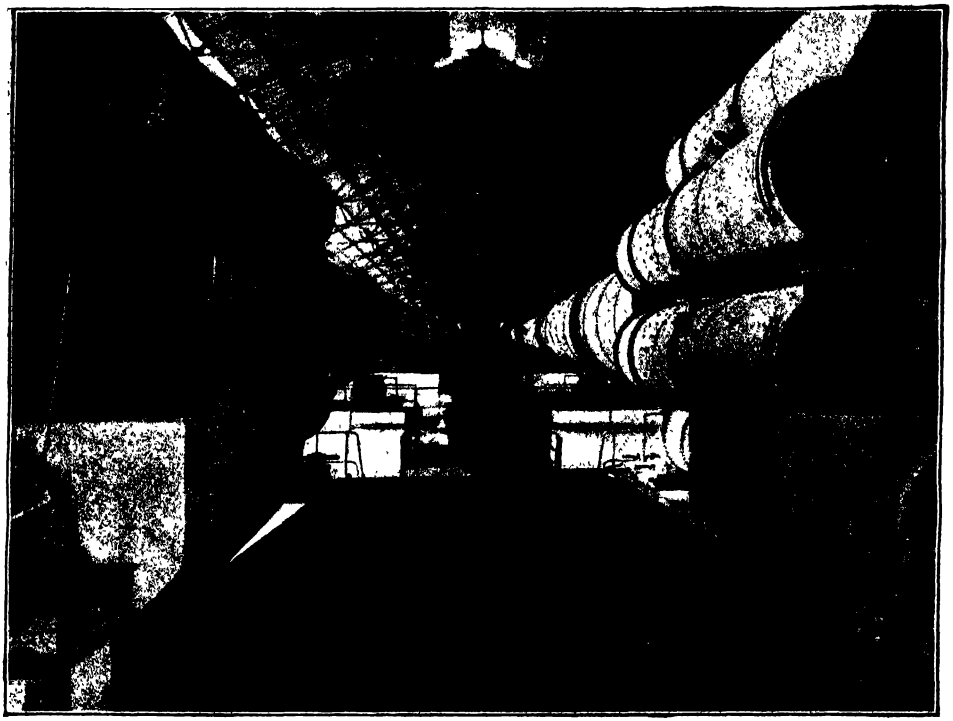


Fig. 4.—Rotary Kilns from the Firing Floor.

contactors, while two-pole overload protection is provided throughout. Clutches are operated pneumatically with a minimum of effort from the chargeman. The controls provided fully protect the motors, which can be stalled for a considerable interval without damage.

The two electric locomotives used to convey the limestone from the quarry face to the crusher house are each driven by two 27-H.P. motors and are capable of taking a 50-ton load up the steepest quarry gradient, which is 1 in 50, at a speed of 10 miles per hour. Direct current is collected by two collector shoes in contact with a third rail in the centre of the track. The 400-volts 3-phase current is converted to a 250-volt D.C. supply with earthed return to provide the necessary power for these locomotives. Steel wagons of standard

gauge and of 7-cu. yd. capacity are used for conveying limestone to the crusher house.

In the crusher house building is installed the largest jaw crusher yet built in England, having a 6 ft. by 4 ft. opening and weighing about 133 tons. It is capable of taking blocks of stone weighing five tons and crushing them



Fig. 5.—72 in. by 48 in. Jaw Crusher.

down to 6 in. size, the output being about 250 tons per hour. This crusher is driven by a 250-H.P. motor, and the crushed stone proceeds to a secondary crusher of the gyratory cone type. The latter crusher differs from the usual run of gyratory crushers in that it has a very much higher speed (about 450 r.p.m.) and the cone is flattened towards the base. In the standard gyratory crusher the largest size stone which can fall through is determined by the distance between the cone and casing at its widest. In this fine crusher, how-

ever, the flattened cone and the high speed delay the exit of the crushed material for at least one complete revolution of the mill. It therefore follows that the largest size stone is regulated by the distance between the closed side of the cone and the casing, and not by the open side. The shock of the crushing is taken by about forty spiral springs, the tightness of which, and

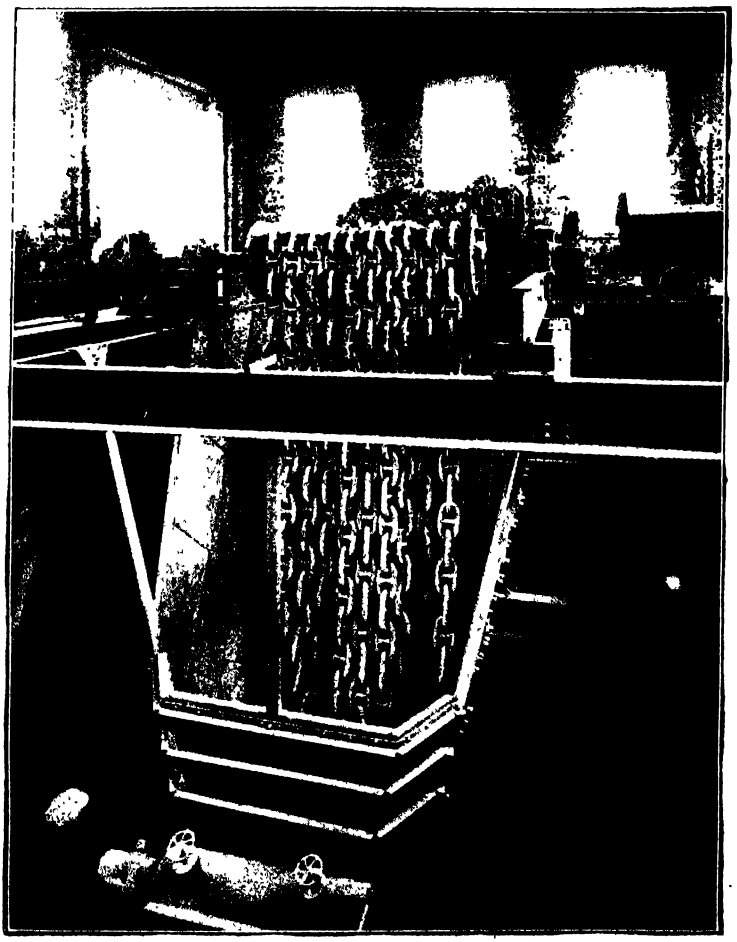


Fig. 6.—Feed to Jaw Crusher.

the size of the crushed product, can be regulated while the machine is running. The weight of this crusher is about 50 tons and its output 225 tons per hour when crushing down to ½ in. size from 12 in. blocks. It is the largest crusher of its type in England.

There is a drop of 198 ft. down the hillside between the jaw crusher entrance and the top of the limestone silos, and this has to be provided for. From the quarry floor to the jaw crusher the stone falls 28 ft. and from thence to the

secondary cone crusher intake a belt conveyor 353 ft. long by 42 in. wide lowers the stone a distance of 59 ft. to the cone crusher. The final descent down the hillside is by a chute in which heavy chains are arranged to check the flow of the stone before reaching a belt conveyor which conveys it to the limestone silo. This silo is built in reinforced concrete and has a capacity

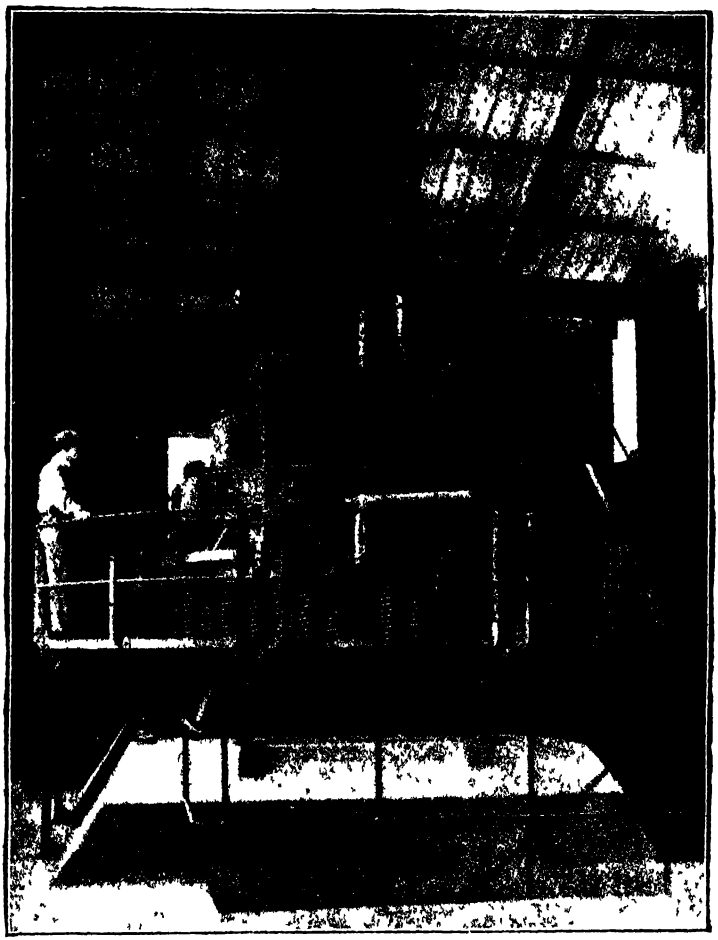


Fig. 7.—Cone Crusher.

of 2,000 tons of stone, and from here the crushed limestone is led direct to the feed tables of two combination mills each 36 ft. long by 7 ft. 2½ in. diameter and driven by 650 H.P. auto-synchronous motors through reduction gearing.

The raw mills, as well as the dry mills mentioned later, are driven direct from the reduction gearing through a coupling and shaft fixed to the mill in line with the axis, thus dispensing with the pinion and spur-ring wheel usually provided for tube mills.

The slurry from the raw mills is run through a motor-driven mechanically-vibrated screen which takes out any coarse matter before the slurry passes to the centrifugal pumps which convey it to the storage tanks.

The slurry storage is accommodated in five reinforced concrete tanks each of about 17,000 cu. ft. capacity, which have no mechanical stirring gear but are provided with compressed-air mixing arrangements through fixed pipes at the bottom of each tank.

Clay Plant.

In the clayfield a washmill of 20 ft. diameter, provided with a 104-H.P. motor, washes the clay at the rate of 60 tons per hour, from which point it is

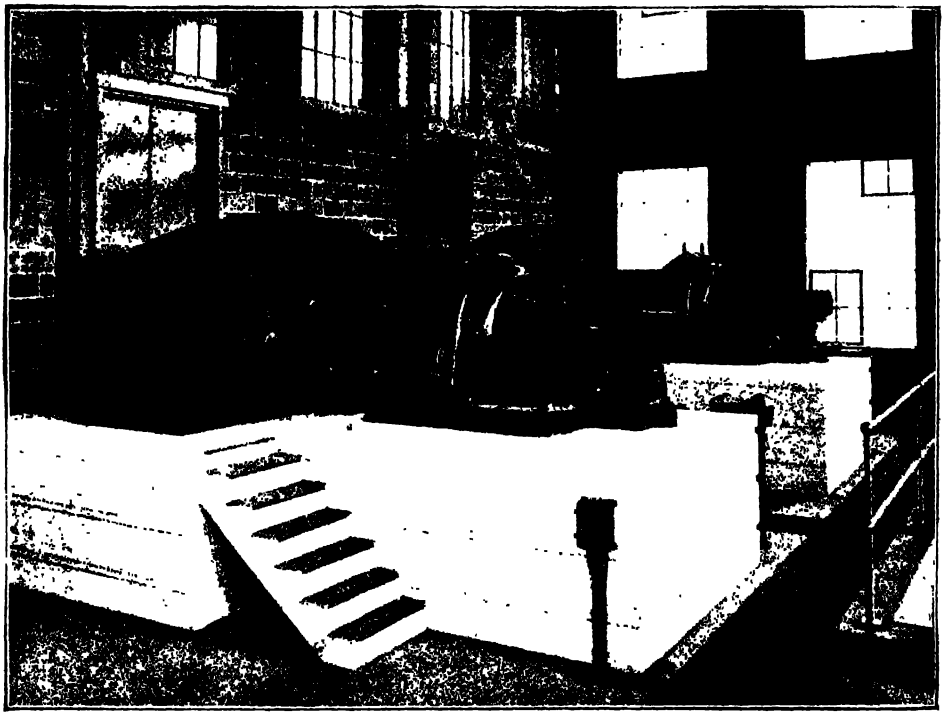


Fig. 8.—Two 650 h.p. Auto-synchronous Motors, with Reduction Gear, Driving the Wet Mills.

pumped to the works by plunger pumps into two clay tanks each holding about 620 tons of clay.

The method of winning the clay is by means of a scraper digger having a 3-yd. bucket and capable of an output of 60 tons per hour with a maximum length of haul on the ropeway of 830 ft. A 150-H.P. motor provides power for this scraper, which, working one shift per day, provides clay sufficient for the output of the factory.

From the clay washmill the " slip " is pumped to the works 780 yd distant, where it is stored in two clay tanks each holding 620 tons of cl " slip." From these tanks the " slip " gravitates through a float-valve in a measuring tank from whence two bucket wheels with variable-speed contr supply measured quantities to the mills, also by gravity. The means b which the " slip " in the measuring tank is kept at constant level by mear of a float valve is of interest. The float, instead of acting directly upon th valve, is fitted with contactor gear and a small motor which turns the valv wheel backwards and forwards according to the varying pressures from th clay tank and the filling requirements of the mills.

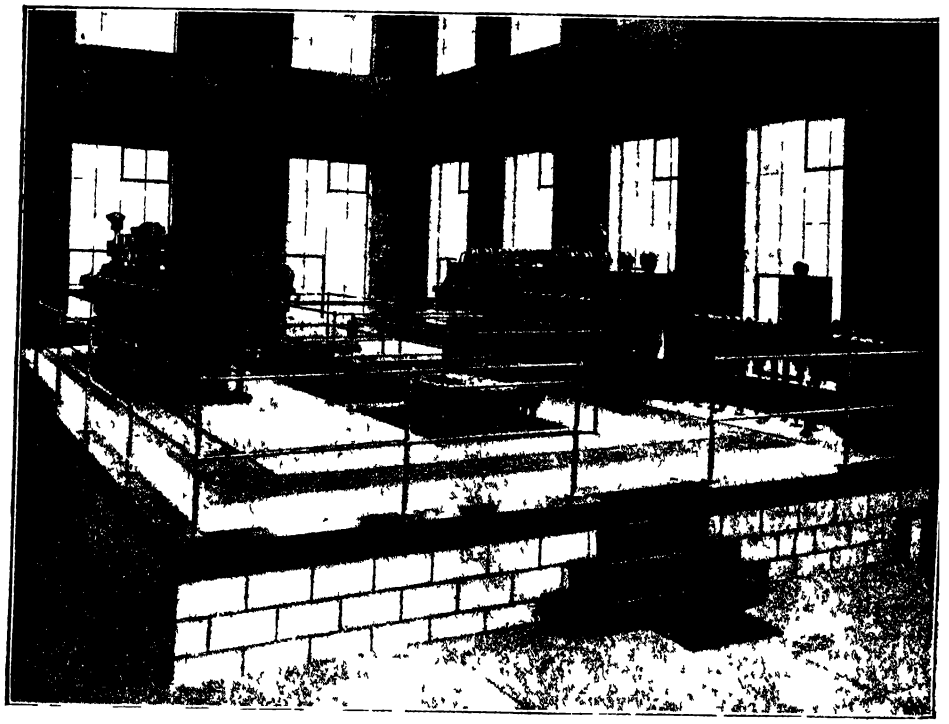


Fig. 9.—Main Switchboard and 3,000/400-Volt Transformers.

Kiln House.

Two kilns are housed in the kiln building, which also accommodates the coal grinding mills. The kilns are 276 ft. long by 8 ft. 4½ in. diameter with enlarged burning zones 46 ft long by 10 ft. 4 in. diameter, each having a rated capacity of about 10 tons of clinker per hour. The coolers are of the latest design, comprising twelve integral coolers arranged around the periphery of the kiln itself. These coolers are fitted with a large number of hanging chains which, as the kiln rotates, alternately become buried in the clinker and acquire part of the clinker heat in order to give it out again to the ingoing cold air when the movement of the kiln raises them from the hot clinker.

From the kilns the clinker drops on to a belt conveyor made of special fabric and designed to withstand hot temperatures. This conveyor carries the clinker into a small pit which is emptied at frequent intervals by means of an overhead crane and grab which dumps the clinker into a store having a capacity of 3,350 tons at floor level.

In the kiln house building behind the burner's platform is situated the coal-grinding plant. This consists of combination ball and tube mills through which hot air from the clinker coolers passes, thus combining the operation of drying

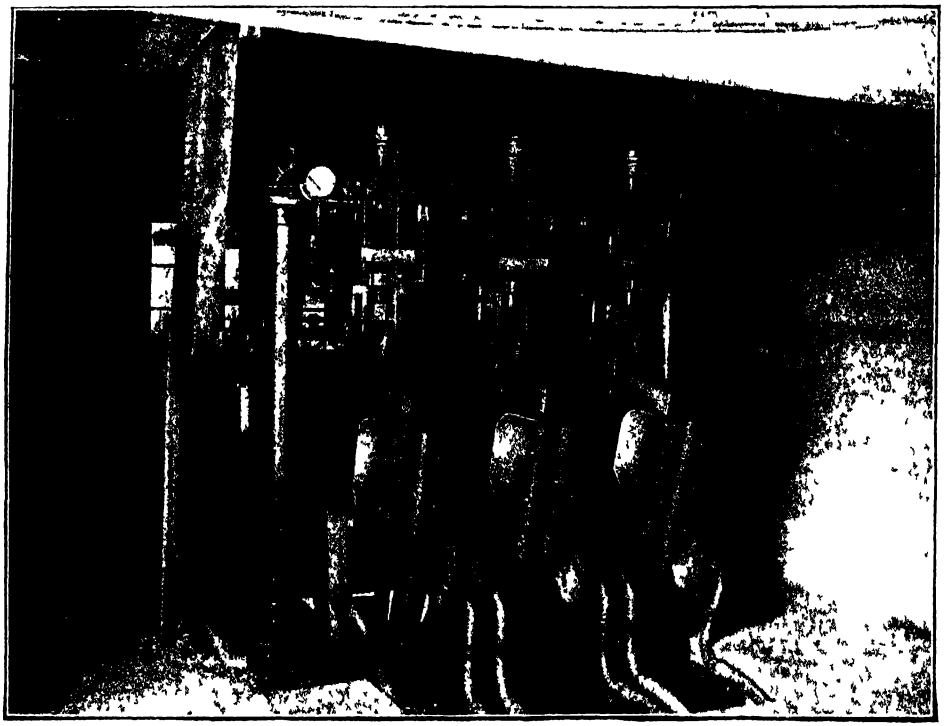


Fig. 10.—One of the Packing Machines.

and grinding and dispensing with the necessity for a coal drier. The coal is recovered from the hot air by means of a cyclone and elevated to fine coal storage bins, thus enabling the coal mills to be shut down at intervals for repairs and also enabling them to be run at full output when the kiln consumption is less than the mill capacity.

Coal is received at the works sidings in railway wagons which are run on to a tippler from whence the coal is elevated to reinforced concrete coal silos at the rate of 120 tons per hour. The same tippler is also used for discharging gypsum in bulk, a by-pass conveyor being provided for this purpose.

Grinding.

The grinding department of this works is a spacious building combining both the raw and clinker grinding mills. The building is divided by a partition, on one side of which are the high and low tension switchboards together with the reduction gears and motors, which are fitted to all the mills. A slow-speed shaft for each mill projects through the wall into the grinding room proper, in which are also placed the pumps for transporting both the slurry and the finished cement.

Cement Mills.

These mills (two in number) are similar to the raw mills of 36 ft. length



Fig. 11.—Drag-line Excavator (Capacity 4 tons).

and 7 ft. 2½ in. diameter, but are fitted with 750-H.P. auto-synchronous motors working at 3,000 volts. From the cement mills the cement is transported to storage by a pneumatic system through a pipeline 336 ft. long and 4 in. in diameter. The vertical height to which the cement is elevated through this pipe to the silo is 73 ft. 9 in., and four rotary compressors, each having a cubic capacity of 525 ft. at 40 lbs. pressure, provide the necessary power for the system.

The cement from the mills runs into one or other of two tanks fitted with a float valve which is operated by the level of the cement in the tank. The

release of this valve admits air into the tank, which causes the cement to be projected into storage; meanwhile the other tank is being filled in similar manner.

Cement Storage.

Six reinforced concrete silos, each of 1,500 tons capacity, are provided, one being divided into compartments for special grades of cement in small lots. Packing is done automatically, involving the use of valved bags. These bags are hung on the delivery spout of the weighing machine, and when the correct weight of cement flows into them they are automatically discharged from the machine and fall down a chute ready for loading into railway or road vehicles. Above the weighing machines is a special cement storage hopper fitted with mixer arms after the manner of a slurry mixer. A slight and continuous injection of compressed air to the hopper renders the cement of a fluid nature and enables it to flow freely by gravity into the bags.

Power Supply.

For the purpose of providing power to the factory the supply area of the Yorkshire Electric Power Co., Ltd., was extended by the Electricity Commissioners into Derbyshire, to include the village of Hope. An overhead ring line working at 33,000-volts pressure has been extended from the neighbourhood of Sheffield, and in the event of failure on one line the alternative route could be used to maintain the power supply. Motors exceeding 150 H.P. are run at 3,000 volts, while 400-volts pressure is available for motors of 150 H.P. and less. The distribution of the power is accomplished through the medium of four sub-stations. At sub-station "A" two 3,000-K.V.A. transformers and switchgear are provided with facilities for extension to 9,000 K.V.A. In this sub-station the pressure is stepped down from 33 K.V. to 3 K.V. and the lay-out provides for the supply of power and lighting current to the district generally.

Sub-station "B" contains the two metering boards (one the property of the Power Company and the other the property of Messrs. G. & T. Earle, Ltd.) on which are fitted recording instruments to provide a continuous record of units consumed as well as a K.V.A. meter which records the maximum demand in kilovolt-amperes. This instrument comprises a watthour meter and a reactive component meter mounted in the same case and coupled together by a special system of gearing in such a manner that a true integration of kilo-volt-ampere hours is obtained. This meter is guaranteed accurate at all power factors from unity to zero, both leading and lagging.

Maximum demand is ascertained on the Power Company's panel by means of a thermal type indicator. In this instrument the ingoing supply is utilized to heat the air in a differential thermometer tube. The consequent expansion of the air in the bulb pushes a liquid over into a reading tube provided with an indicating scale. The amount of liquid so displaced remains in the reading tube and represents the maximum demand until the instrument is re-set.

In addition, this sub-station provides for the distribution of the power with appropriate switches to all parts of the works, and transformers stepping down to 400 volts for the smaller motors and 230 volts for lighting are here provided

There is a further subdivision from sub-station "B" into stations "C" and "D," the former of which is situated near the quarry and provides power for the excavator, air compressor and well drills as well as for a motor generator which converts the 3-phase supply to 250 volts D C for use on the electric locomotives engaged in hauling the rock from the quarry face to the crusher house Sub-station "D" is situated in the clayfield and provides power for the washmill, slurry pump and motor supply

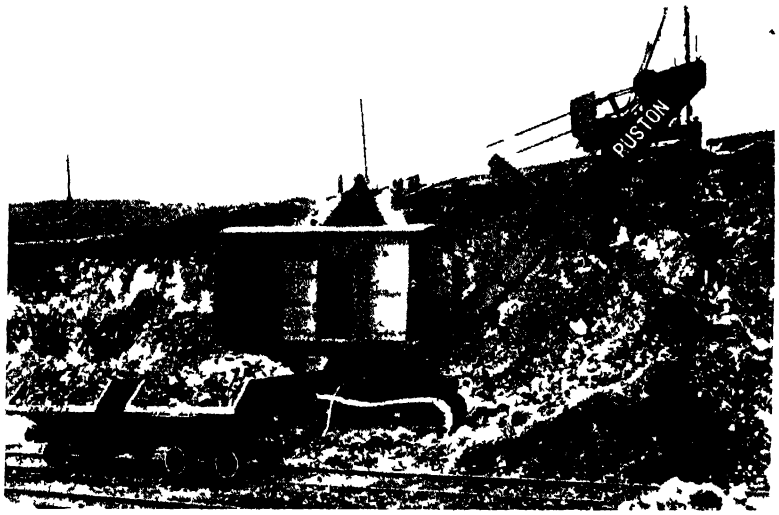


Fig 12.—View in Quarry

The works generally have been built in a substantial manner with concrete blocks made of local limestone and cement from the factory of Messrs G and T Earle, Ltd , at Wilmington, and a pleasing grey colour in harmony with the surroundings is obtained The office block contains the chemical laboratory and testing rooms as well as provision for the Works Manager and his staff, while a visitors' dining room and garage adjoin All buildings are of fireproof construction and practically no woodwork, other than furniture, is to be seen in the factory With minor exceptions the works have been planned throughout and the machinery and buildings erected by Messrs G & T Earle's own staff

The electric navvy is by Ruston & Hornsby, Ltd , electric locomotives by Metropolitan-Vickers, Ltd , jaw crusher and clay washmills by Vickers-Armstrongs, Ltd ; gyratory crusher by Symon Bros.; combination mills, pneumatic cement transport, kilns, and bag-packing by F L Smidth and

Co., Ltd.; motors for combination mills by Crompton-Parkinson, Ltd.; slurry screen by Sunderland Forge & Engineering Co., Ltd.; dust-collecting fans by Keith, Blackman & Co.; coal-wagon tippler by Mitchell Conveyor and Transport Co., Ltd.; electrical apparatus and instruments by Geo. Ellison, Ltd., Metropolitan-Vickers, Ltd., Reyrolle & Co., Ltd., Crompton-Parkinson, Ltd., and Nalder Bros. & Thompson, Ltd.; underground cables by British Insulated & Helsby Cables, Ltd., and MacIntosh Cable Works Co.; drag-line scraper by Mr. E. F. Sargeant.

The Cement Industry in Japan.

The following is from the Mitsubishi Goshi Kaisha's monthly journal:

The cement market has again become inactive, stocks showing a large increase, especially after June, the total reaching 1,454,051 barrels at the end of August, 1929, almost three times the figure for the same month in 1928. This figure is unusually large, but allowance should be made for the usual summer slackness and the fact that stocks in 1928 were abnormally small.

Output during the first eight months of 1929 totalled 16,995,831 casks, an increase of 2,444,794 barrels compared with the corresponding period in 1928. Sales show an increase of 1,556,830 barrels.

As regards the future, fears of over-production are entertained. As the demand from the Government is usually about 22 per cent. of the total consumption, the retrenchment policy adopted by the new cabinet will cause a decrease in demand through the postponement or suspension of public undertakings. The demand from municipalities and private sources will also be unfavourably affected by the Government policy. Considering these facts, the total demand for cement during 1929 will probably barely equal that of 1928. On the other hand, production should increase on account of the completion of expansion programs of several cement mills.

In view of these circumstances the Japan Cement Mills Association on August 16 decided to enhance the curtailment of production for September, October, and November, the ratio to be increased from 23.7 per cent., as previously, to an average of 36.8 per cent., with a maximum of 40 per cent. and a minimum of 20 per cent.

The Association has also decided to change the method of production curtailment by adopting a sliding system after December last year. The previous method was based on the capacity of each factory and the ratio was variously fixed according to productive capacity. The new method will be to restrict production on the basis of process of production, the ratio to be of general application, except for some smaller mills. The new restriction ratio of 40 per cent. is the largest ever enforced and will cause a heavy reduction in output. As the restriction is confined to production for domestic consumption, the leading companies are now eager to extend exports in order to reduce the cost of production.

The Testing of Cement.

By Dr. G HAEGERMANN.

(CHIEF OF THE LABORATORY OF THE ASSOCIATION OF GERMAN PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, BERLIN KARLSHORST)

THE object of the testing of cement is the determination of its principal qualities as a constructional material Essential properties of cement are soundness, setting-time, and strength, fineness, volume, and specific gravity are of less importance Experience has shown that soundness and setting-time may be ascertained by testing specimens of neat cement, but strength should be determined by cement-sand mixtures

The test for soundness is very similar in all the standard specifications of the world, consisting of either placing a pat of cement under cold water, or the Le Chatelier test and the Michaelis boiling test if accelerated testing is required The so-called accelerated tests may give more or less definite results than specimens placed under cold water Extensive experiments have proved that a cement not complying with the accelerated test may nevertheless be sound in practice The laboratory of the German Portland Cement Manufacturers' Association possesses samples of cement which did not comply with the accelerated tests but which have not disintegrated even after being stored in open air for a period of 33 years On the other hand, accelerated tests do not indicate expansion due to the presence of gypsum The objection to the accelerated test that it has no relation to conditions in practice is undoubtedly justified Admitting the accelerated test as a necessary preliminary one, the behaviour of a pat of cement placed under cold water should nevertheless be specified as the final test The Vicat apparatus generally serves for the testing of the setting-time, attempts have been made to replace it by an automatic apparatus, but without success

The setting-time test should indicate the period after mixing within which the mortar or concrete may be placed without loss of strength In consequence, standard specifications contain requirements for initial setting It is the object of testing to ascertain whether the initial set corresponds to the specification, and the Vicat apparatus is suitable for this purpose

While the initial set indicates the beginning of the reaction between the hydraulic compounds of cement, the final set must be regarded as an arbitrary limit, which represents a certain degree of hardening of no special importance The majority of standard specifications do not therefore require a definite setting time, and those specifications containing such requirements should be replaced by a strength specification at an early age

The most simple method of testing for strength would undoubtedly be to use a hardened cement paste composed only of cement and water; unfortunately this method does not indicate the strength of cement when mixed with sand, and tests of neat cement should not therefore be used The conditions predominating in practice should also be applied to the method of testing

cement in a laboratory. Experience shows that tests of specimens of neat cement do not give results of practical value, and similar observations are then made with standard-sand mortars when dealing with special cements such as natural cements. In other words, the method of testing now in use is only suitable for artificial Portland cements. The standard specifications of most countries include the definition as an essential part of the standard specifications. D. B. Butler[1] in a paper on recent improvements in cement manufacture expressed the opinion that the neat cement test should be retained because, while varieties of Portland cement often give highly satisfactory results, the results of specimens of neat cement are comparatively low. This phenomenon does occur, but it does not indicate the properties of a cement when sands of mixed grain-size and higher water content are used. Whether it will be possible to devise a testing method applicable to all kinds of cement as well as to different manufacturing methods must be decided by further experimental work. The specification of the sand, the water content, the measurement of consistency, the proportion of mixture, the method of mixing, the shape of the specimens, the curing method, and the age at which the specimens are tested, will be necessary if comparable results are to be obtained from mortar specimens of Portland cement, because the alteration of one of these values results in variations of the testing result.

The method of curing and the age of the specimens are fairly uniform in different countries. There is no objection to curing specimens under water at a temperature of 59-64.5 deg. F. after storing them in a damp atmosphere for a period of one day, or to the so-called combined curing method (one day damp atmosphere, six days under water, and 21 days air-of-room temperature). These specifications are generally satisfactory, and no alteration can be recommended.

Specifications differ with regard to the age of the specimens in so far as some standard specifications only provide for testing at ages of 7 and 28 days, while other specifications also require tests at ages of 2 or 3 days. In Austria, as the result of a proposal by Spindel, the ages of testing are limited to 2 and 7 days, the 28 days' test being done away with altogether.

The testing of mortars at an early age has been found especially necessary with early high-strength cements. It is also desirable in order to ascertain quickly the quality of a cement. It is unessential whether an age of 2 or 3 days is fixed. An agreement has been reached in Germany to use the 3-days test, because the results are more uniform after this period than at 2 days. The 28-days' test has also been retained to ascertain whether the strength increases at later ages.

The determination of strength is carried out either by tensile tests only or by tensile and compressive tests. Tensile and compression tests indicate different qualities of the cement, because there is no definite relation between the compressive and the tensile strength. Experience shows that the results of tensile tests differ considerably, and for this reason there is a proposal in

[1] CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE; No. 2, 1929, pages 62/64.

Germany to do away with the tensile test or to replace it by a more suitable test. Tensile stresses are seldom met with in concrete structures, and the true strength of a mortar is best judged by its compressive strength. Hence most attention should be paid to the compression test. If it is proposed to gather information on a further property of strength, the bending test (prisms) may be used instead of the tensile test because tensile and bending strengths are related to each other. It must, however, be mentioned that sufficient experience of the bending test has not yet been obtained to judge its ultimate value. According to the tests so far made they do not seem to differ to the same extent as the tensile test.

The proportion of mixture of the mortars, consisting of one part cement and three parts of sand, which is specified by all standard specifications, is useful and has proved sound, so that it is not necessary to deal with it here.

There are considerable differences in methods of mixing and the moulding of test specimens. In some cases mechanical mixing and in others moulding by hand is specified. The rate of compacting the mortar also is not uniform. Hence rather big differences result by using the two methods.

Mechanical mixing and compacting should be preferred to manufacturing by hand, and the human element eliminated. Mechanical mixing is usually carried out by the Steinbruck-Schmelzer mixing apparatus, while mechanical compacting is done by the Bohme-Martens hammer apparatus or by the Klebe ram. Both apparatus may be regarded as equally suitable, although the hammer apparatus is more extensively used. The ram compacts the specimens to a greater density than the hammer apparatus, so that the results are naturally somewhat higher in the first case, especially at early ages of the specimens. Attempts to bring about an international agreement with regard to the type of compacting apparatus have failed till now, and it is probably unlikely that such an agreement will be realised.

When specimens of plastic mortar are tested instead of specimens of moist mortar, the making of the specimens by hand is the usual practice. In this case the mortar should be so wet that a more or less careful tamping will make no essential difference, thus eliminating any variables due to the human element.

Standard sand is another constant which in an international uniform specification will become a very difficult problem. Apart from the countries in Central and Northern Europe where German standard sand is used, nearly every country in the world possesses its own standard sand in which the size of particles and the chemical composition vary. The specifications differ, too, with regard to the size of particles. Narrow limits are therefore generally specified, so that one may speak of uniform sized standard sand. Those countries which specify sands of mixed size also strictly limit the proportions of different size fractions. Uniform-sized sand has been tried out for the testing of moist mortars; but for testing plastic mortars the use of a mixed-size sand is to be preferred. Uniform-sized standard sand does not satisfactorily hold the water of the mortar, thus exercising a great influence

on the results by loss of water at an early age. It is for this reason that earlier experiments failed when plastic mortars were used. The experience of Féret shows that the possibility of getting comparable results from plastic mortars depends on the use of mixed-sized sands which contain a sufficient quantity of fine-grained material. My own experiments agree with Féret's.

The water content of the mortars is mainly so specified that moist mortars result; only a few exceptions provide higher water content which results in a weakly plastic mortar (United States of America, France and Switzerland).[1] The water content is usually determined by the consistency which results from the necessary amount of water for specimens of neat cement (Vicat apparatus). Otherwise the water content is determined by the issue of water from the moulding of the specimens when compacted by the hammer apparatus or by the ram.[2] Both methods may give different results at the hands of different testers. Moist mortar is rather unsuitable for the determination of the degree of consistency, and for this reason the necessary amount of water is determined by the use of a paste of neat cement. This determination should preferably be carried out by the use of a mortar consisting of cement, mixed-sized sand, and high water content. The use of an incorrect amount of water is a less serious mistake when testing moist mortars, and hence in Germany it is proposed to specify a uniform water content for all cements. It is claimed that moist mortar is too dry compared with the usual consistency of concrete, and that the rate of tamping the specimens is too high. This objection is justified, and hence the tendency in many countries is to test a plastic mortar in future instead of a moist mortar. I may refer to the work done by the International Society for Testing Materials, carried out according to a proposal of Féret and according to the programme of research proposed by Schüle (Zurich). I might also refer to the proposals of R. Féret and M. Ros (Zurich) on the occasion of the International Congress held at Amsterdam in 1927. The experimental results now available will be dealt with in an article on the testing of plastic mortars to be published later.

Many people desire uniform and international methods of testing. A far-reaching agreement already exists with regard to the testing of soundness and setting time; the testing for strength, however, is not yet uniform. It is first necessary to remove the principal divergencies of opinion. There will probably always be a difficulty on the question of standard sand, but it would be, however, a great step forward if uniform specifications with regard to the kind of specimens and the method of manufacturing them were obtained.

The differences of language that have hindered an international discussion hitherto are now removed by the publication of " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " in four languages. This journal should be heartily welcomed and supported, for it provides a unique medium of intercourse throughout the world. The specification of plastic mortars, in which many countries are now interested, offers a rare opportunity to specify uniform methods of testing.

[1] Only for the bending test.

[2] The issue of water should take place between the 90th and 110th blow

The Setting and Hardening of Cements.

By Professor C. H. DESCH, F.R.S. (University of Sheffield).

THE strength of a mortar or concrete is determined by the reactions which take place between the cement and the water with which it is mixed In order to obtain better properties from cements it is therefore necessary to understand the reactions which are involved in the processes of setting and hardening As far back as 1856, A Winkler suggested that cement was hydrolysed by water into free lime and such compounds of lime with silica and alumina as can be formed by wet reactions It was in 1887 that Henry Le Chatelier proved that the reactions actually took this form, and by careful chemical and microscopical studies identified some of the products Comparing the process with the setting of plaster of Paris, he concluded that the strength of the mass after setting was due to the interlacing of bundles of crystals His observations were made by mixing the cement, or the individual compounds which were believed to be constituents of cement, with an excess of water or other reagents on a glass slide, and noting the crystals formed in the course of time

It does not follow, however, that when the proportion of water used is less the reactions will take exactly the same course In 1893, when the interest of chemists in the properties of colloidal substances had been aroused, W Michaelis put forward the view that the principal product of the action of water on cement was not a crystalline compound but a colloidal mass of variable composition, of which a simple hydrated silicate of lime might form the basis The aluminates being first decomposed by water, a simpler aluminate may be produced, in a crystalline form if the quantity of water is sufficient, or as a gelatinous mass if less water be present The silicates of the cement then follow the same course

An attentive examination of the behaviour of cements with water under the microscope lends much support to this view The particles of cement swell up, becoming coated with a gelatinous layer in which small crystals subsequently appear The hardness which results when the excess of water has been given up may then be partly due to the interlacing of crystals, but probably much more to the drying of the colloidal mass, yielding a glassy product It is true that since this work was done the difference between colloids and crystalline substances has become less sharp, as examination by means of X-rays has shown that many colloidal substances are actually composed of crystals, although of very minute size There is still, however, such an obvious difference between crystals of appreciable size and colloids that we may conveniently retain the distinction

The decomposition of the constituents of cement by water, which is a reaction of the type known to chemists as hydrolysis, can take place progressively. Part of the lime is removed in the form of the soluble hydroxide, leaving a less basic aluminate or silicate By the further action of water more lime may be removed, and the final stage is only reached when the residue consists of pure

gelatinous silica in the one case or of pure gelatinous alumina in the other. As water disappears by evaporation the solution of lime becomes more concentrated, and some of the lime may recombine with the acid residues. This is a slow process, as the colloids become less reactive as they lose water.

These results have been obtained by several investigators, and it is clear that it is impossible to represent the changes which occur in setting and hardening by a set of simple chemical equations. The products must vary in composition according to the proportions of the reacting substances, so that the result of mixing a mortar with lime water, for instance, would not be the same as if the same quantity of pure water were used, as the hydrolysis in the former case would not proceed so far. Again, if a fine active pozzolanic material be added, the lime may be taken up into combination as it is liberated, thus favouring a progressive reaction. From the point of view of resistance to fire, and also to the action of chemical solvents, such as sea water or moorland waters, it is desirable to have as little free lime (hydroxide) in the mortar or concrete as possible, the mass being composed of silicates and aluminates which are not excessively basic. This may be ensured by the addition of pozzolanic materials or in other ways. It is of undoubted importance.

The finer grinding of cements which has now become general makes it possible for the reactions to proceed more rapidly and more completely. After a particle has once become coated with a gelatinous layer further reaction has to take place by diffusion through that layer, a comparatively slow process. If, at the same time, the layer is undergoing such changes as to become hard and impervious, the reaction comes to an end while there is still a core of unchanged material no longer accessible to reaction. The cement represented by that core is wasted, since it is only playing the part of sand or other inert matter.

In further studies of this subject, the rate of diffusion of water and solvents through these layers deserves further consideration. The constitution of clinker is now fairly well known, but the allied study of the processes of setting and hardening has made less progress, in spite of the very extensive literature on the subject. The writer believes that scientific investigation of this part of the physical chemistry of cements is likely to have an important bearing on future technical progress.

German Exports.

The following are extracts from reports of the West-Deutscher Zement-Verband issued in regard to the past year: " Measured in terms of cost and production the German cement industry would be entirely unable to compete with foreign competition. If we maintain our exports it is only due to the fact that customers pay us better prices for our cement than most foreign competitors. Export prices show such a rapidly falling tendency that the German cement industry can hardly follow."

Recent Cement Plants.

WE illustrate some of the more important cement-making plants carried out recently by Messrs. Vickers-Armstrongs, Ltd. Amongst these may be mentioned twelve kilns for the largest group of cement manufacturers in England; the complete installation of the Holborough Cement Works, Snodland, Kent, with a capacity of 180,000 tons of cement per annum; the supply of the cement-making machinery for Eastwoods Cement Works, Barrington, Cambs. (capacity 120,000 tons per annum); rotary kiln and grinding mill for the Commonwealth Portland Cement Co. of Australia; also three rotary kilns for Synthetic Ammonia & Nitrates, Ltd. (a branch of Imperial Chemical

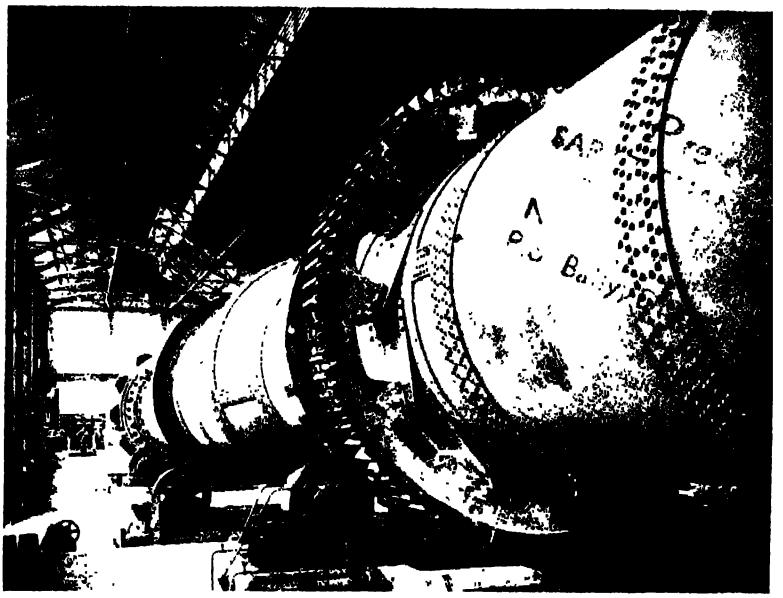


Fig. 1.—Kilns at Johnson's Cement Works, Kent.

Industries, Ltd.). In addition, they have supplied various crushing and grinding plants throughout the world.

Certain of the above-mentioned installations are of particular interest, as they embody the Vickers rotary reflex kiln fitted with integral cooler. Three kilns of this type have been supplied to the Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., and the British Portland Cement Manufacturers, Ltd., each of which is 326 ft. long and the integral cooler 26 ft. 6 in. diameter; these kilns are reported to be by volume the largest in the world. Two kilns of this type have also been supplied to Synthetic Ammonia & Nitrates, Ltd.

Recent orders secured by Messrs. Vickers-Armstrongs, Ltd., are as follows:— One rotary reflex kiln for the Katni Cement Works, India; one rotary reflex

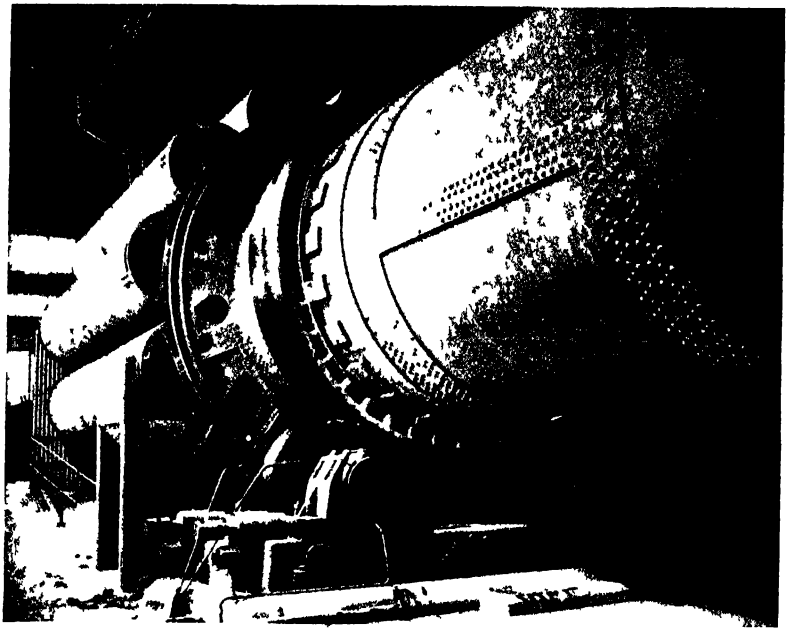


Fig. 2 —Cooling end of kilns at Johnson's Cement Works.

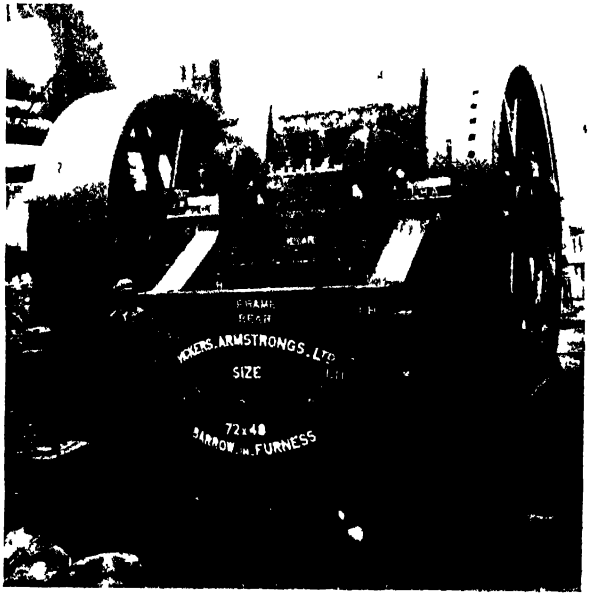


Fig. 3.—Jaw-Crusher at Hope Cement Works.

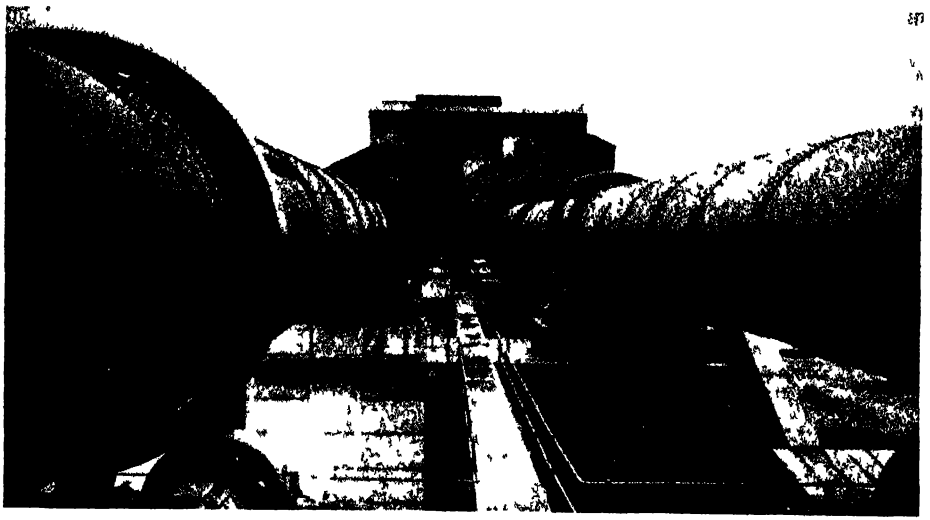


Fig. 4 Kilns at Eastwood's Cement Works, Barrington.

kiln for the Japla Cement Works, India, three rotary lime kilns for Brunner Mond & Co, Ltd Another recent contract is for a complete installation for the Green Island Cement Works, Hong Kong (capacity 100,000 tons per annum) Included in this contract are two rotary reflex kilns fitted with integral coolers, and we believe this is one of the largest orders ever secured by a British firm for the Far East

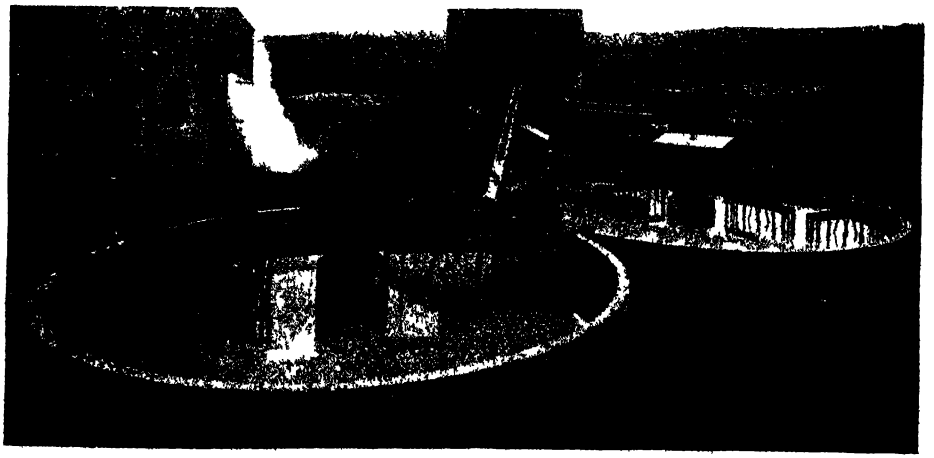


Fig. 5.—Sun-and-planet Mixers at Eastwood's Cement Works.

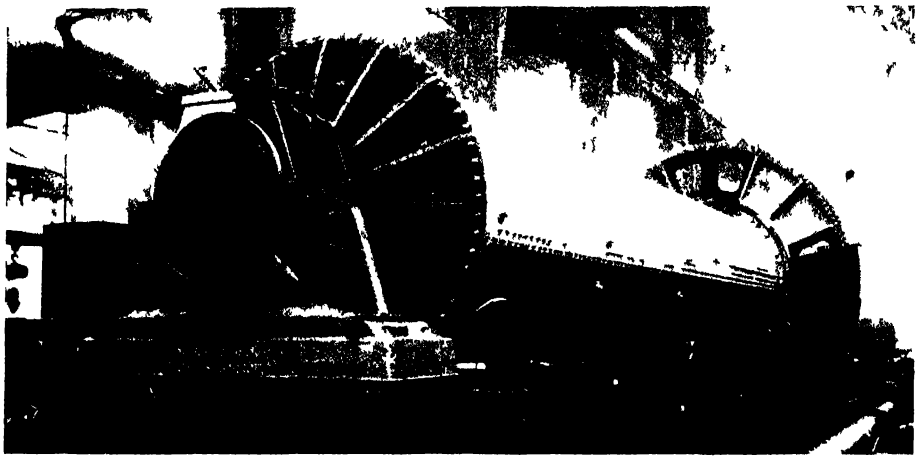


Fig 6 —Grinding Mill for Commonwealth Portland Cement Company, Australia.

Messrs Vickers-Armstrongs Ltd have also carried out a special grinding plant for the Lafarge Aluminous Cement Co, and have supplied a 72 in by 48 in swing-jaw crusher for the new Hope Cement Works of Messrs G and T Earle, Ltd, the latter machine is believed to be the largest ever built in Europe, and full particulars are given elsewhere in this number

Fig 1 shows kilns at Johnson's Cement Works, Kent, Fig 2 shows the same kilns at the cooling end, Fig 3 shows a 72 in by 48 in jaw-crusher at Hope Cement Works, Fig 4 shows 9 ft by 10 ft 6 in by 200 ft kilns at Eastwood's Cement Works, Barrington, Fig 5 shows 60 ft diameter sun-and-planet mixers at Eastwood's works, Fig 6 shows a 7 ft by 36 ft cement grinding mill for the Commonwealth Portland Cement Co, Australia

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

Subscription Rates.

Owing to the very greatly increased cost of production of "Cement and Cement Manufacture" in its new form, it has been necessary to increase the price to 2/- a copy The annual subscription rate (including postage anywhere in the world) is 24/-. Present subscribers on our pre-paid subscription list will continue to receive copies at the former rate until their present subscriptions expire

Annual subscriptions should be sent to "Cement and Cement Manufacture," 20, Dartmouth Street, London, S W 1, England, when copies will be posted regularly each month for the duration of the subscription

New Italian Cement Plant.

THE cement plant of the " Italia " Soc. Anon. Cementi Portland Artificiale at Genoa is an up-to-date works to which the experience of recent years with regard to the economical erection of cement plants has been applied.

The " Miag " Muhlenbau-und- Industrie Co. furnished the designs and plans as well as the mechanical equipment, with the exception only of some special machinery. The plant is situated at the foot of the Appennine mountains, near Genoa Harbour.

The raw materials consist mainly of marl containing 75 per cent. $CaCO_3$. It is conveyed a distance of 1¼ miles to the plant by an aerial ropeway which crosses several valleys. A limestone of high content (98 per cent.) is also used in small quantities. This limestone is conveyed to the plant by rail from two quarries some distance away. An addition for the correction of the raw mix, consisting of calcined pyrites, as well as the gypsum and the coal, are also conveyed to the plant by rail.

Marl, limestone and calcined pyrites are stored in the open air; coal, clinker and gypsum are stored under cover. The handling of all material is by two grab-cranes; the first, operated outdoors, can turn round 360 deg.; the other, operated under cover, is the usual type of overhead transporter crane.

Trough-conveyors of the " Torpedo " type are installed. The transport of small-sized material is by pneumatic and belt-conveyors. All large machines are directly driven by single motors with reduction gears. Comparatively few group motors are used, so that transmission and belt drives are limited. All mills and the raw and slurry tanks are designed for use on both the wet and the dry processes.

The mechanical equipment consists of two rotary kilns, one 10 ft. in diameter by 210 ft. long; the other is 10 ft. 9 in. in diameter by 210 ft., with a daily output of 600 tons Owing to the shortage of water the dry process is used at present.

Fig. 1 is a general plan of the works; Fig 2 is a section through the plant, while Fig. 3 is a general view.

Crushing.

The crushing of raw materials is done in the quarries. Two " Titan " crushers of the 8 SSD-type are used to crush the marl. The loaded trucks are conveyed from the quarry to the hoppers, and tipped over to discharge their contents on to inclined steel belt-conveyors which feed the crushers. The crushed marl falls into large silos, from which it is drawn off through sliding valves into the trucks on the suspension railway and conveyed to the plant, where it is discharged into a hopper of 500 tons capacity. Excess material is dumped in bulk by the grab-crane and stored.

The material from the limestone quarry is similarly crushed and conveyed by an aerial ropeway, which loads the material into railway trucks. On arrival at the plant the limestone is weighed and emptied by a grab crane into a

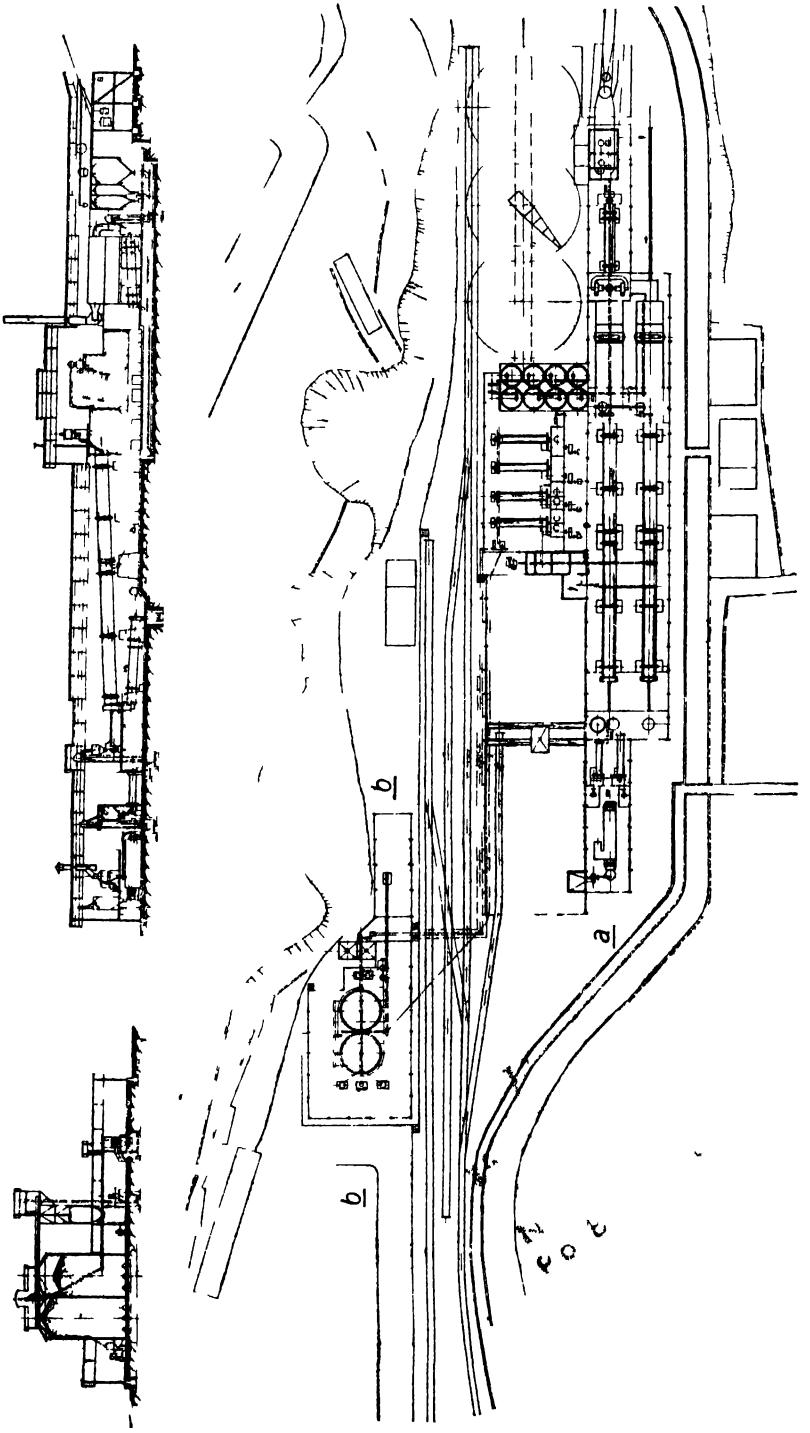


Fig 1

second hopper of 150 tons capacity, near the marl hopper A second limestone quarry is also worked, from which the uncrushed stone is conveyed to the plant The crushing takes place at the plant by a "Titan" crusher An elevator lifts the material to the second hopper

A third hopper is provided for storing the calcined pyrites Any calcined pyrites left over are stored on the dump, and the hopper can be filled by the grab-crane Below each hopper is a table-feeder to supply the poidometers, which define the ratio of the raw materials The marl (about 90 per cent of the raw material) is weighed separately, while the limestone and calcined

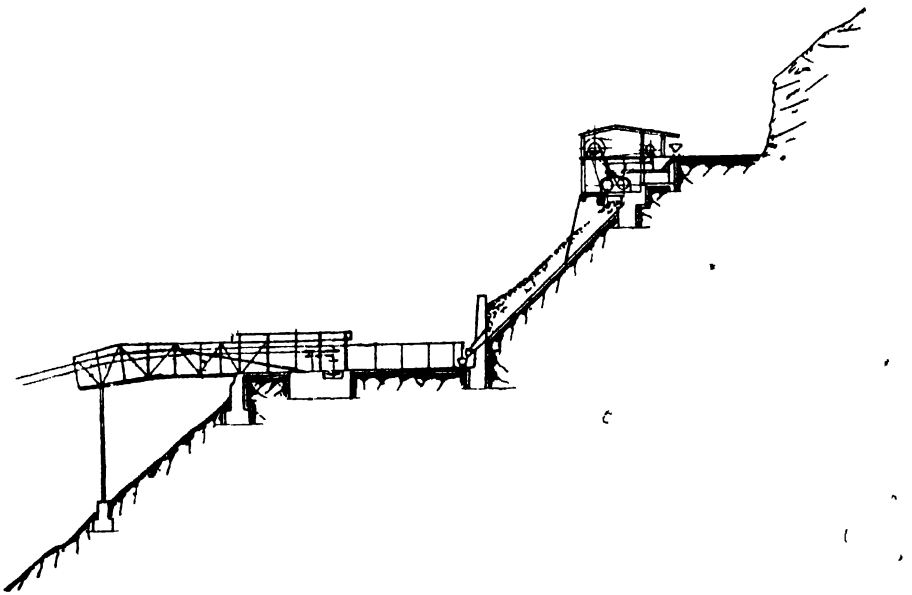


Fig 2

pyrites pass a second poidometer The poidometers tip the material into a trough-conveyor of the "Torpedo" type

Drying Department.

During the dry season artificial drying is not necessary, and the mix is conveyed direct to the feed tanks over the raw mills When drying is necessary an elevator lifts the mix to a hopper, from which an apron-feeder feeds the material to a drying drum The drying drum, 7 ft 6 in in diameter by 61 ft., is heated by the waste heat from the kiln, in addition to ordinary heating A trough-conveyor of the "Torpedo" type picks up the dried material from the drum and lifts it by a second transverse trough-conveyor and by a bucket-elevator to the raw material hoppers above the mills A trough-conveyor distributes the dried material into the hoppers

Raw Mill and Raw Silos.

Adjustable table-feeders feed the material from the hoppers to two three-chamber mills 6 ft. 9 in. by 41 ft. The mills are carried by two trunnion

bearings fitted with automatic gear-oil lubrication. After leaving the mills the raw mix is conveyed to the raw-mix silo by a screw conveyor. An elevator finally lifts the mix prepared for burning to the raw-mix hoppers above the rotary kilns. The mix is uniformly distributed into these by a screw conveyor. Raw-meal feeders govern the rate of feeding and mixing.

Rotary Kilns.

The present equipment consists of two rotary kilns 10ft. 9 in. by 210 ft. and 10 ft. by 210 ft., with coolers 6 ft. 9 in. by 68 ft. below. The kilns (Fig. 4) are furnished with five automatically-lubricated water-cooled roller

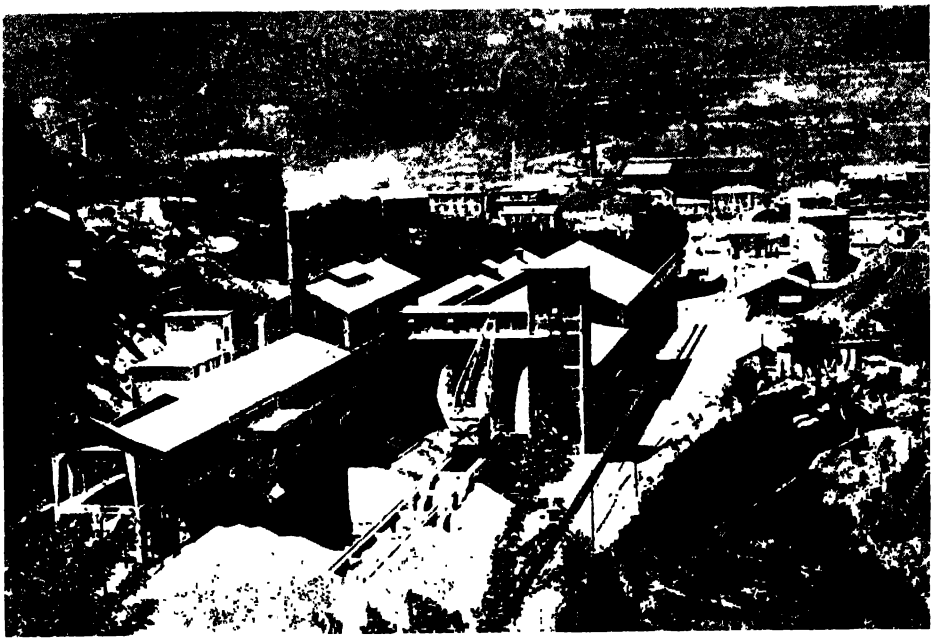


Fig. 3.

bearings. The kilns are belt-driven by adjustable motors. The coal is dried and ground in a separate department, and is injected into the kiln by a high-pressure blast-pipe.

One of the rotary kilns is fitted with a patent Stehmann arrangement for tightening all fissures which might allow air to enter through the kiln and the cooler. By rendering the cooler discharge air-tight and by using a high-pressure blast fan, all hot gases from the hot clinker are used to heat the kiln, and the entrance of any cold air is prevented.

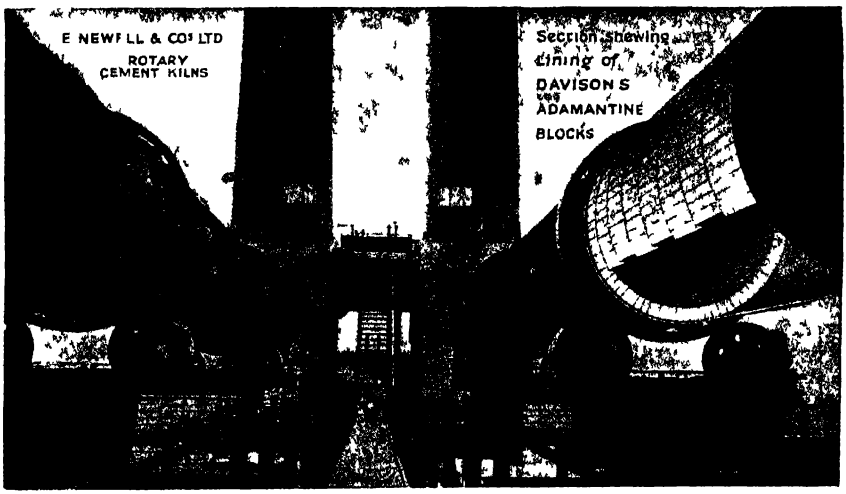
A waste-heat recoverer of the Babcock-Wilcox type is provided for both kilns, and generates almost all the power required by the plant. If necessary, an additional boiler is used beside the turbo-generator. The waste-kiln gases pass through an electrical dust collector.

PLEASE SPECIFY

CHARLES DAVISON & CO., LTD.'S

"ADAMANTINE"

Firebricks and Fireblocks, particularly for



ROTARY KILNS

Some linings cost five times the price of **Adamantine** and last longer—*sometimes*. Some linings cost less than **Adamantine** and *never* last half as long. Taken "by and large" **Adamantine** lasts the longest per ton of cement produced and per £ sterling expended of any lining on the market. **Adamantine** has been used in *all* the latest, largest, and most up-to date Rotary Cement Kilns erected in this country, for instance, those of the A P.C M, Ltd, the B P.C M., Ltd., G. & T. Earle, Ltd, Ship Canal P C.M, Ltd, group, &c., including the Holborough Cement Co., Ltd's. works.

EWLOE BARN, BUCKLEY, CHESTER

A. L. CURTIS

Telegrams & Cables
WESTMORLAB
CHATTERIS

CONSULTING ENGINEER
AND MINERALOGIST,

National Telephone
No. 61.
CHATTERIS

ESTABLISHED 1906

WESTMOOR LABORATORY,

P.O. Box 61.

CHATTERIS - - ENGLAND

HIGH ALUMINA BLOCKS.



HOPE CEMENT WORKS
(G & T LARLE, LTD)

ROTARY KILNS AT THESE WORKS ARE LINED IN THE BURNING ZONES WITH **CURTIS HIGH ALUMINA BLOCKS.**

CURTIS BLOCKS COAT EASILY.
DO NOT SPALL (the surface does not break up, or disintegrate, when heated) AND POSSESS LONG LIFE.

Sufficient Blocks for practical trial supplied Free on receipt of full details.

Coal Drying and Coal Mill.

Coal arriving by rail is emptied from the trucks by a grab-crane and conveyed to the coal feeder by the same crane The coal-feeder feeds a small "Titan" crusher The crushed coal is lifted by a bucket-elevator to the storage silo, from which an apron feeder feeds the drying drum of 4 ft 7 in by 46 ft The dried coal falls into an automatic poidometer and is lifted by an elevator to a big storage tank, which consists of two compartments Two table feeders supply two three-chamber mills 4 ft 9 in by 27 ft, which are used as coal mills, they are driven by directly-coupled motors with interlacing



Fig 4

reduction gear A bucket-elevator conveys the powdered coal to two storage tanks above the rotary kilns There is an overflow screw to a storage silo of greater capacity

Clinker Storage

The discharged clinker passes through poidometers into a "Torpedo" trough conveyor, which tips it into a pit The grab-crane picks the clinker up and distributes it on the storage floor The same grab-crane picks up the stored clinker and tips it into the clinker bins, from which the cement mills are fed A gypsum tank is situated nearby Gypsum arrives by rail and is emptied by the grab-crane and crushed by a "Titan" crusher, a bucket elevator lifts it into the tank

Three clinker tanks and one gypsum tank are each fitted with an arrangement for emptying which feeds the trough-conveyor The clinker storage tanks

above the cement mills are connected by a second trough, an elevator, and a further trough-conveyor which distributes the clinker into the mill hoppers.

Cement Mill.

Each of the two compound mills, 7 ft. 6 in by 41 ft., is furnished with two table feeders for mixing different kinds of clinker, or adding material for special purposes. The length of the mills is equal to that of the raw grinding department, but they are a little larger in diameter. The cement, ground to the usual fineness, is conveyed to the cement silo by a Fuller-Kinyon pump or by a belt and screw conveyors.

Cement Silos, Packing and Transport.

The cement storage comprises two concrete silos of 34 ft. diameter by 68 ft. high, connected by a screw conveyor. They may be emptied pneumatically by a "Silator," or by chains, which collect the cement on the bottom of the silo into a screw conveyor. In the first case automatic packers draw the cement from the packing hoppers, while in the other case electrical "Miag" packers are used.

The loading of the railway trucks is carried out partly by hand and partly by belt conveyors. Suitable arrangements are provided to load road vehicles. Dust collectors of the suction-filter tube type of sufficient capacity are provided. The works also possess a repair shop, a laboratory, and steam turbine power installation with switchboard and sub-stations.

New Brazilian Factories.

The International Cement Corporation of New York has decided to erect a factory in the district of Ytupava, 100 miles from Sao Paulo. There will be four rotary kilns, and the plant will be operated by electric power.

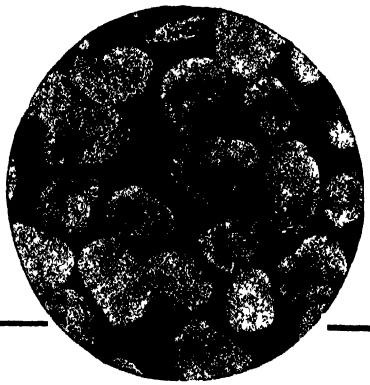
The Ministry of Agriculture and Public Works has recently granted two concessions for the erection of cement factories. It is stated that the plants will use the shells in the lagoon of Arauama.

Italian Cement Production.

According to official Italian statistics 137 cement plants were in operation last year, and 1,957,598 tons of cement were despatched during the first seven months as compared with 1,687,340 tons during the corresponding period of 1928.

Proposed New Plant in Jugoslavia.

We understand that the German Krupp Works at Essen have acquired a site in the neighbourhood of Salona with the object in view of erecting a cement plant. We also understand that two of the companies operating in the Jugoslav export cement industry are installing new kilns with a view to increased production.



CEMENT-TESTING SAND

Guaranteed to B.E.S.A. Specification, 1925, supplied from Stock.

U.S.A. Standard Sand.

German Normal Sand 1.35 × .775 m/m.

South American Standard Sand 1.5 × 1 m/m.

A. L. CURTIS

Telegrams & Cables: "Westmorlab, Chatteris."

CONSULTING ENGINEER AND MINERALOGIST.

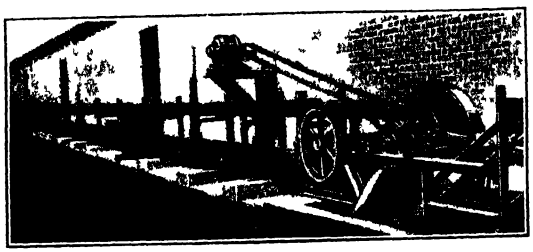
National Telephone No. 61, Chatteris.

WESTMOOR LABORATORY,

CHATTERIS - ENGLAND.



"B.B." CONVEYORS



SCRAPER OR PUSH-PLATE TYPE
for handling materials in bulk.

BAGSHAWE

DUNSTABLE. & Co., Ltd.

C M 13

Fig 506c

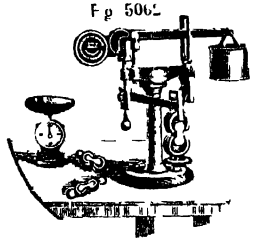
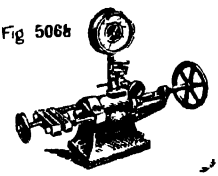
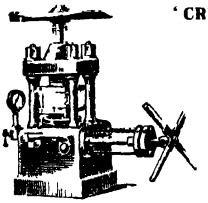


Fig 506b





"CRUSHING" TO 12 60 150 200 and 300 Tons.

"TENSILE" to British Standards **"CRUSHING" to 4 Tons**

BAILEY'S CEMENT TESTERS

TENSILE & CRUSHING.

CEMENT & GROUT PUMPS, HAND OR POWER.

SIR W. H. BAILEY & CO., LTD., ALBION WORKS, SALFORD, MANCHESTER.

RICHARD K. MEADE & CO.

CONSULTING ENGINEERS TO THE CEMENT INDUSTRY.

10 W. CHASE STREET, BALTIMORE, Md., U.S.A.

Design, Construction and Appraisal of Plants for the Manufacture of Cement, Lime and Plaster.

More recent work – National Cement Co (3,000 bbls daily), Montreal, Que., Canada; Keystone Portland Cement Co (3,000 bbls) Bath, Pa.; Standard Lime & Stone Co (1,200 bbls), Martinsburg, W Va; Republic Portland Cement Co (3,000 bbls), San Antonio, Texas; Raymon Ferreyra (240 tons hydrated lime), Cordoba, Argentine

A Modern Argentine Portland Cement Works.

THE first unit of a new " Loma-Negra S.A. Compania Industrial Argentina " Portland cement works was started in the autumn of 1928 (near the small Argentine town of Olavarria) about 94 miles from Buenos Aires. This factory, which at present produces about 200 tons of cement daily, is claimed to be among the most up-to-date and economic factories erected during the last few years. The predominant idea when laying out the machinery was to unite several stages of work in one large machine to save labour and cost of production. This is shown, for instance, by the fact that raw and cement mills have the same diameter of 6 ft. 6 in., and are, therefore, comparable in every respect. Simplicity of working is thus obtained, in addition to a reduction in the number of necessary spare parts. It is interesting to note that comparatively few belts are in use, the majority of large machines being driven by separate electric motors. Most of the plant is placed in two bays of a building 660 ft. long, the building being a steel structure.



Fig. 1.—General View of Works.

As the raw material is particularly suited to the wet process, and a sufficient supply of water is available, the thick slurry process was selected. The raw materials—limestone and clay—are quarried by excavators on caterpillars from deposits a few hundred yards from the works. The material is conveyed to the crushing plant by locomotives in tipping trucks of 1 cubic metre capacity. The trucks empty the limestone and clay on to a grid which serves as a feeder for a Z-crusher. This Z-crusher can normally crush about 30 tons of raw material per hour; it corresponds in operation to the well-known hammer-mill, but has a very much higher output. The material is crushed to about $\frac{3}{4}$ in. size ready for feeding to the mill. Part of the clay is reduced to slurry in a wash-mill of the stirrer type, and then flows through a sump into a double pressor which by means of compressed air pumps it into tanks over the raw mills.

Each double pressor consists of two pressors which work alternately. By means of an automatic-regulating device one of the pressors is always being filled with slurry while the other is being emptied by compressed air, the slurry

being forced through the pipes. The advantage of a double pressor is that no regulating or delicate mechanical part comes into contact with the slurry, and therefore stoppage through clogging is impossible.

At present a three-chamber Solo mill with a diameter of 6 ft. 6 in. and a length of 43 ft. serves for the grinding of the raw material. The limestone and clay crushed in the Z-crusher are lifted by a sloping elevator into the silos over the raw mill. The material is then fed to the mill by means of a rotary table-feeder in quantities which can be exactly regulated. The mixture of limestone and clay is ground in one continuous operation into slurry. The grinding process is carried out in stages in three different chambers of the mill filled with different grinding bodies. The finely-ground slurry flows from the mill into a double pressor, which pumps it into three reserve and mixing



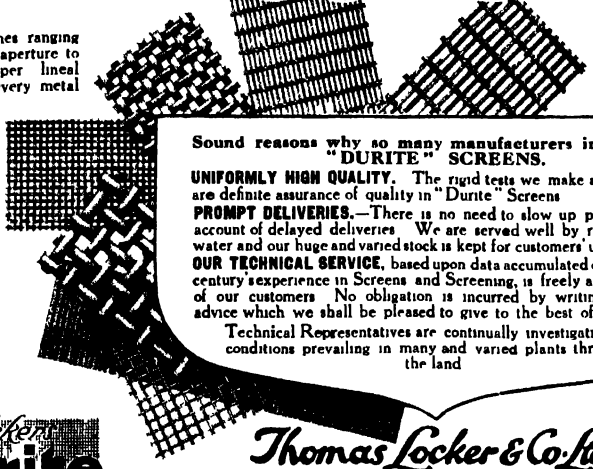
Fig. 2.—Crusher for Raw Material.

tanks 23 ft. in diameter by 40 ft. high. Here final homogenisation by an automatic pneumatic slurry-mixing apparatus takes place. The flow of air is regulated by a patented " Regulex " valve in such a way that after a certain number of mixing periods in one tank the current of air is automatically switched on to another tank. If necessary, one tank can be omitted. The thick slurry flows from the mixing tank to a double pressor, which pumps it into silos over the rotary kiln.

The rotary kiln plant consists of one Solo kiln 225 ft. long by a diameter of 9 ft. and 12 ft., and produces about 200 tons of clinker per day. The characteristic feature of the Solo kiln is that the slurry is not only dried, calcined, and burnt in one machine, but the burnt clinker is also cooled. The wide burning zone allows for a regular and continuous burning process. As the cooling of the clinker is carried out in a cooling-zone attached to the kiln itself,

Accurate & Durable WOVEN WIRE SCREENS

Made in meshes ranging from 6" clear aperture to 250 meshes per lineal inch, and in every metal practicable



Sound reasons why so many manufacturers insist upon "DURITE" SCREENS.

UNIFORMLY HIGH QUALITY. The rigid tests we make at our works are definite assurance of quality in "Durite" Screens

PROMPT DELIVERIES.—There is no need to slow up production on account of delayed deliveries We are served well by road, rail and water and our huge and varied stock is kept for customers' urgent needs

OUR TECHNICAL SERVICE, based upon data accumulated during half a century's experience in Screens and Screening, is freely at the service of our customers No obligation is incurred by writing to us for advice which we shall be pleased to give to the best of our ability

Technical Representatives are continually investigating local conditions prevailing in many and varied plants throughout the land

Telephone 910 (2 lines) Warrington

Telegrams "Lockers, Warrington"

Lockers Durite WIRE SCREENS THAT ENDURE

Thomas Locker & Co. Ltd. WARRINGTON ENGLAND

ESTABLISHED 50 YEARS

SPECIFY "DURITE THE LONG LIFE SCREEN

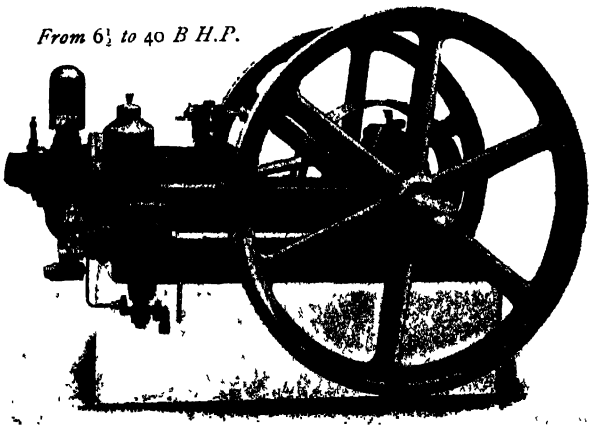
For cheapest power specify RUSTON Engines!

The Ruston Class "M" Engine (here illustrated) runs on refined and heavy oils. It is a proved reliable power unit for high performance at low cost; and is unsurpassed for driving machinery. Also suitable for electrical loads.

Send for FREE catalogue.

Ruston & Hornsby Ltd.
Engineers — Lincoln.

From 6½ to 40 B.H.P.



POLYSIUS

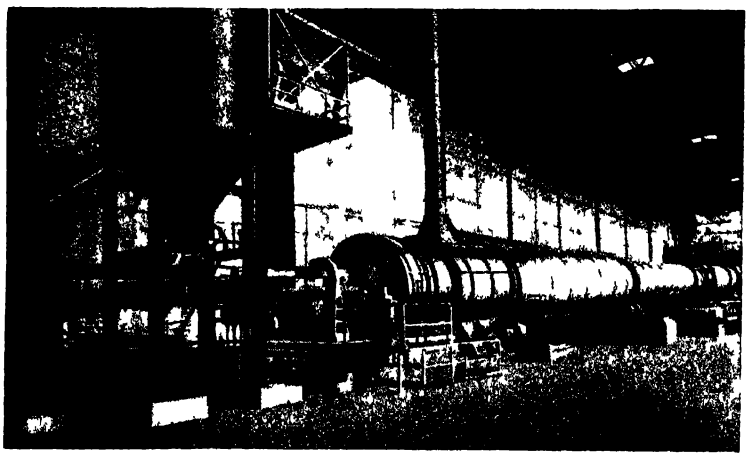
PLANT
IN
CEMENT WORKS
FOR

GRINDING — MULTI-CHAMBER SOLO MILLS OF HIGH EFFICIENCY

WEIGHING — RECORDING WEIGHER BALAN FOR PERMANENT CONTROL.

PACKING — BARREL AND BAG PACKING MACHINERY

& ALL OTHER WORK — CRUSHERS, CONVEYORS, KILNS, DRYERS.



SOLO KILN WITH SPECIAL BURNER PIPE.

G. POLYSIUS AKTIENGESELLSCHAFT, DESSAU.

Representative in the United Kingdom :

F. E. SCHMITT, A.M.I.Mech.E., 175, Windsor House, LONDON, S.W.1.

the whole plant can be built on ground level. Steps and platforms are thus avoided, and the Solo kiln house can be easily supervised. The kiln-shell with its tyres lies on six pairs of rollers placed in water-cooled bearings and equipped with automatic self-feeding lubrication. The kiln is driven by a directly-coupled regulating motor with the patented elastic "Pol" drive, which ensures safe and satisfactory working. Special arrangements effect preheating of air for combustion and transfer of heat from the clinker to the air. The firing of the Solo kiln is done by oil, which is blown through an adjustable jet into the kiln. Various measuring and controlling instruments, such as draught-regulator, pyrometer, exit-gas controller, etc., are provided for exact supervision of the burning process.

Clinker from the kiln passes over shaker-conveyors and elevators into the clinker storage. The clinker, after passing through automatic weighing-

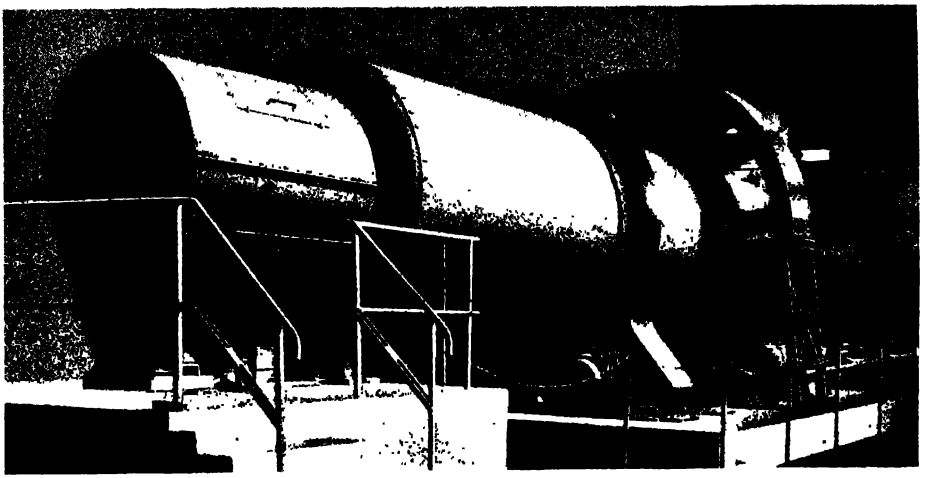


Fig. 3.—Three-Chamber Solo Mill.

machines, flows on to two Polo conveyors running over the storage. Here the clinker can be drawn off at a number of points. The floor of the clinker store holds seventeen emptying devices by means of which the clinker can pass out of the storage on to two underground conveyors. The clinker is then lifted by a vertical elevator into silos above the cement mills. From here the clinker, with a suitable addition of gypsum, is fed to a three-chamber Solo mill of 6 ft. 6 in. diameter by 40 ft. long. Pneumatic pumps convey the cement to the cement store, which consists of ten concrete bins. A number of screen conveyors and elevators enables mixing and refilling of the storage bins. A weighing machine is installed so as to check the quantity going to the store. Automatic sack and barrel-packing machines are installed.

An amply-dimensioned dust-collecting plant ensures a practically dustless running of the whole installation. The works has a railway siding, so that the transport of fuel, gypsum and other requirements, as well as the dispatch



Fig. 4.—Solo Kiln.

of cement, is arranged for. At present extensions are being carried out in order to double the present output. The mechanical installation of this works was supplied by G. Polysius, A-G, of Dessau, who also had charge of the arrangement and lay-out of the plant.

EDITOR'S NOTE.

THE Editor of International "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" invites readers of this journal to submit articles for publication. Manuscript may be submitted in English, French, German or Spanish, and will be translated into the other three languages by specialist translators.

Articles are invited on any new ideas or developments in the manufacture, chemistry or testing of cement, or allied subjects of general interest to the cement industry. Descriptions and illustrations of new cement plants in any part of the world are also invited. Liberal payment is made for all contributions.

Manufacturers of Cement-making Plant are also invited to submit information and illustrations relating to new plant developed by them and new installations of their plant.

Such matter should be addressed to: The Editor, "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, England.

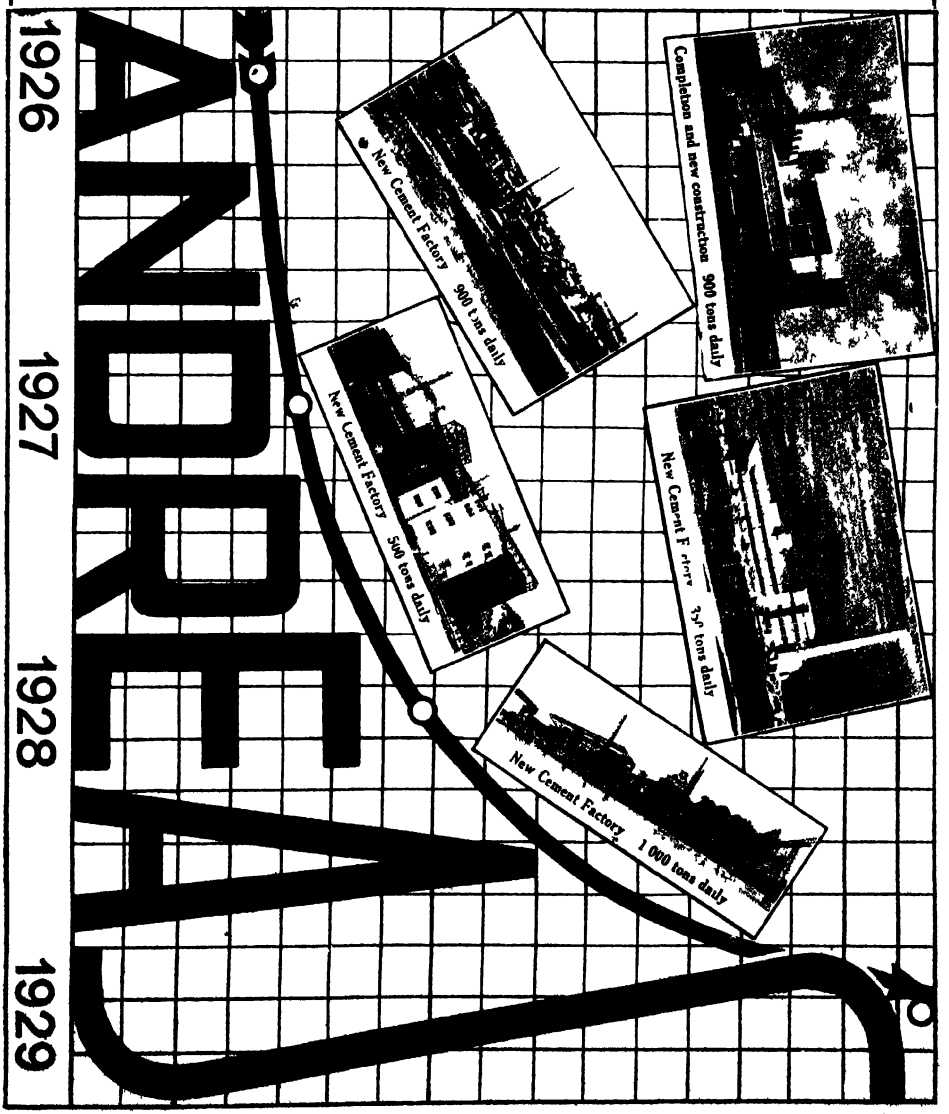
ANDREAS

Engineering and Construction Co., Ltd.

MUNSTER, WESTPHALIA, GERMANY.

DESIGNERS & CONSTRUCTORS of COMPLETE CEMENT PLANTS.

CONTRACTS NOW IN HAND:



SIROCCO TRADE MARK

FANS FOR INFINITE APPLICATIONS

SIROCCO Fans are made in a large number of sizes and in a wide range of designs to suit every possible fan application. They are used for Ventilation, Dust Removal, Boiler Draught, etc., and, in fact, for every purpose for which a fan can be employed.

Write for Descriptive Catalogue No. 4.

DAVIDSON & Co., LTD.

Sirocco Engineering Works - Belfast

LONDON, MANCHESTER, CARDIFF, BIRMINGHAM, GLASGOW, NEWCASTLE, BRISTOL.

LOW & BONAR LTD.

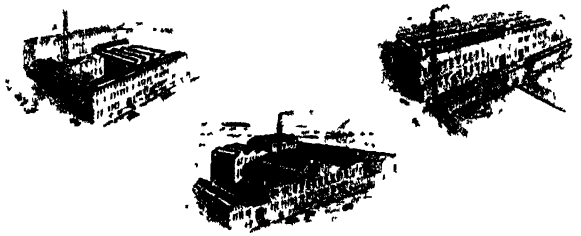
Telegrams "Lobo, Dundee" "Lobonarli, Ave London"

Jute Spinners, Manufacturers and Finishers.

DUNDEE SCOTLAND - *and at* 53, NEW BROAD STREET LONDON, E.C 2.

ALL CABLE CODES USED

Phones 4111 (7 lines) Dundee, and London Wall 1470 and 1446



MANUFACTURERS OF

ALL GRADES OF CEMENT SACKS

WATERPROOF COVERS & SACK TIES.

Cement Patents.

Paper bags. BAGS INTERNATIONAL BAG CO., 48, Wall Street, New York, U S A September 10, 1929, No 27476

In a multiwall paper bag having at least at one end the edges of opposite flat sides folded inwardly one upon the other and glued together individually as described in the parent Specification, the edges of the individual layers are staggered inwardly as at (11, 20 18) at the inside of one flat side and outwardly as at (10 20 16) at the other one so that when the layers are folded inwardly along the lines (21 22) the edges of opposite flat sides of each individual layer lie one upon the other The arrangement permits all the edges to be glued simultaneously In making the bag, the paper layers (1, 2, 3) are laid upon each other as in Fig 3 and are folded inwards along the lines (4 6, and 7 9) to form side folds and the edges of the layers are joined

FIG 3.

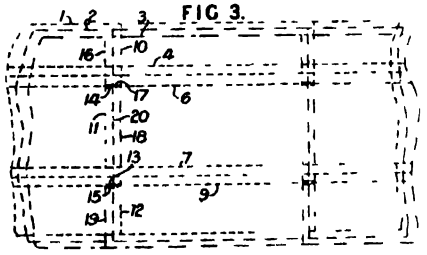
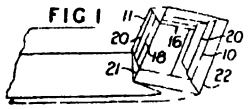


FIG 1



to form a tube, single bag lengths being then severed from the tube To effect the severance, the paper layers are treated separately before folding by passing them through pairs of rollers carrying pins and slitting knives The outer layer is perforated along the lines (10, 11, 12) and is slit longitudinally at (11, 15), the central layer is perforated along a straight edge (20), and the inner layer is perforated along the lines (16, 18, 19) and is severed at (17, 13). After the layers have been folded, they pass between uniformly rotating gripping rollers to a second pair of intermittently acting rollers which rotate at a higher speed than the gripping rollers As the perforated portions pass the gripping rollers the second pair of rollers seize the tube and pull the protruding bag length away from the remainder of the tube

[The foregoing is from "The Illustrated Official Journal" (Patents), by permission of H M Stationery Office. Full Specifications may be obtained from the Patent Office, 25, Southampton Buildings, W.C 2, price 1s. each.]



A plant for handling a particularly hard and abrasive iron ore on the Spanish Morocco coast. The duty is hard and continuous, so that a high efficiency and exceptional robustness are demanded of the handling equipment.

A typical Fraser & Chalmers - Robins Installation.

FRASER & CHALMERS
ENGINEERING WORKS
ERITH KENT.

LONDON OFFICE: MAGNET HOUSE, KINGSWAY, W.C.2.
Associated with ROBINS CONVEYING BELT CO. of U.S.A.

Recent European Cement Plants.

We illustrate some modern cement works recently carried out in Europe. Fig. 1 is a general view of the large modern plant of the Konigshofer Zementfabrik, at Konigshof, Czechoslovakia. The kilns, of which there are three, have enlarged calcining zones, two of the kilns are shown in Fig. 2. The three-compartment grinding mills are 13 metres long by 2.2 metres diameter (Fig. 3). The compound mills are centrally-driven by the speed reduction gearing shown in Fig. 4.

One of the latest installations in the Rhine territory is shown in Fig. 5.

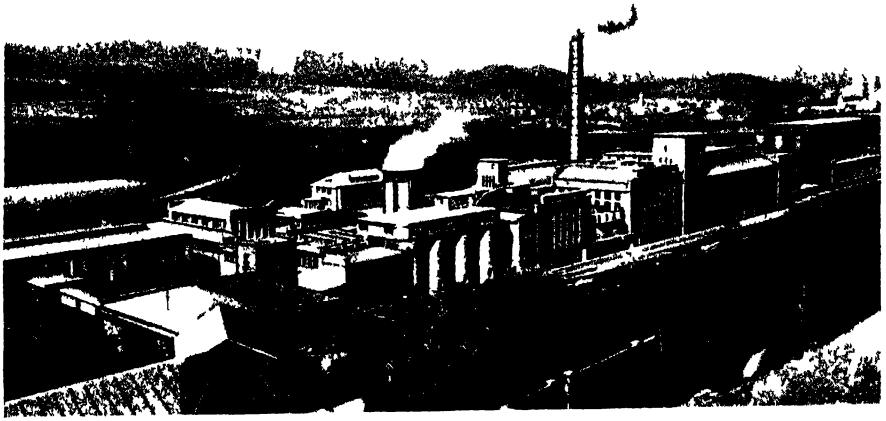


Fig. 1

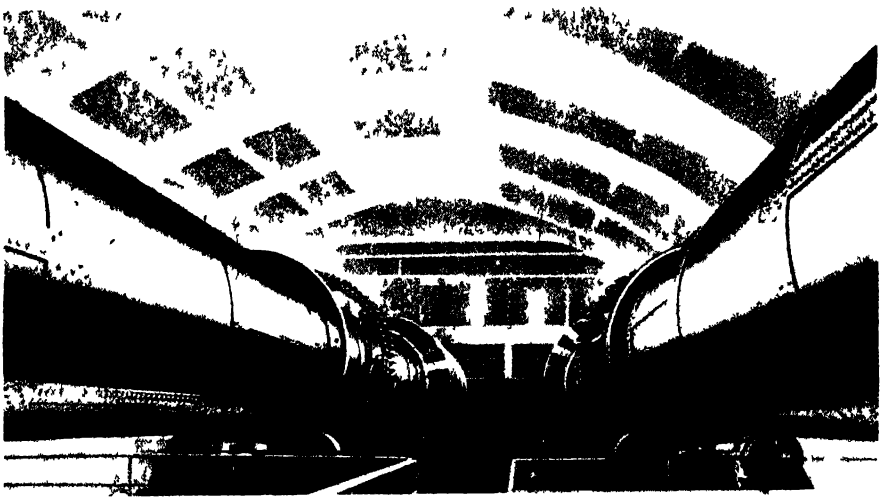


Fig. 2.

"LONDON BY NIGHT"

THIS MAGNIFICENT BUILDING is one of the many wired throughout with

GLOVERS CABLES



IMPERIAL CHEMICAL HOUSE, MILLBANK, LONDON, S W

Builders Messrs John Moulem & Co Ltd *Architect* Sir Frank Baines K C V O F R I B A
Electrical Contracts Messrs T Clarke & Co Ltd 129 Sloane Street S W 1

THE ELECTRICAL REVIEW *of March 22nd, 1929 Ltd*

"The building and equipping of Imperial Chemical House, Millbank, London, the new Headquarters of Imperial Chemical Industries, Ltd., the electrical equipment of which we describe in following pages, seem to have been governed by one consideration only EVERYTHING MUST BE THE BEST."

W. T. GLOVER & CO., LTD.

TRAFFORD PARK - - - - MANCHESTER

Flow of Materials

A BOOK FOR CEMENT WORKS ENGINEERS

THE cement-works official who desires to apply scientific control to rotary kilns must be able to measure air-flows, calculate heat quantities, and work out heat-balance sheets; for this purpose he must have at his elbow books of tables connected with these three sciences. In his new volume, "A TREATISE ON CHEMICAL ENGINEERING," *Dr. Geoffrey Martin* (late Director of the Portland Cement Research Association) has the needs of the cement industry prominently in his mind. This book starts from first principles and gives explanations which should be comprehensible by all who are inspired by the ideal of scientific control, no matter what may be their stage of education.

The book deals with the flow of air, gases, liquids, and with the flow of powders under the influence of pneumatic transport. These subjects are closely connected with cement manufacturing processes where the flow of air for rotary-kiln combustion, the flow of slurry through pipes, and the propulsion of powdered-coal into the kiln or ground cement into bins by pneumatic transport are matters upon which success or failure depend. Methods are described of calculating the air-supply of rotary kilns and the dimensions of the air-ducts and pressures required in connection therewith. Tables are given relating water-gauge measurements with air quantities at various temperatures, and also ready-reckoning tables connecting diameters and areas of pipes and ducts. Other chapters give the principles of the Pitot tube and its practical application to measurement of air and gas quantities, including the various types of manometers that can be used. It is shown how the formula for calculation is evolved, and examples of the application of the formulæ are given, many of them being solutions of rotary-kiln problems such as the calculation of the velocity of hot air entering a rotary kiln when the dynamic pressure (W.G.) and temperature are measured.

The effect of viscosity on fluid flow is discussed, formulæ are worked out, tables of viscosities of gases and liquids are given, and viscometers are described. The reader is enabled to calculate the fan power required for the induced draught of a rotary kiln, the power required by an air-compressor for a certain duty, the power required for pumps to transport slurry a given distance through a pipe-line, and many of the other problems which confront a cement works engineer. There are 50 pages of tables giving volumes and weights of the gases at temperatures coming within the purview of the rotary-kiln controller.

Price by post (anywhere in the world) **64/-** *from—*

Concrete Publications, Limited

20, Dartmouth Street :: London, S.W.1

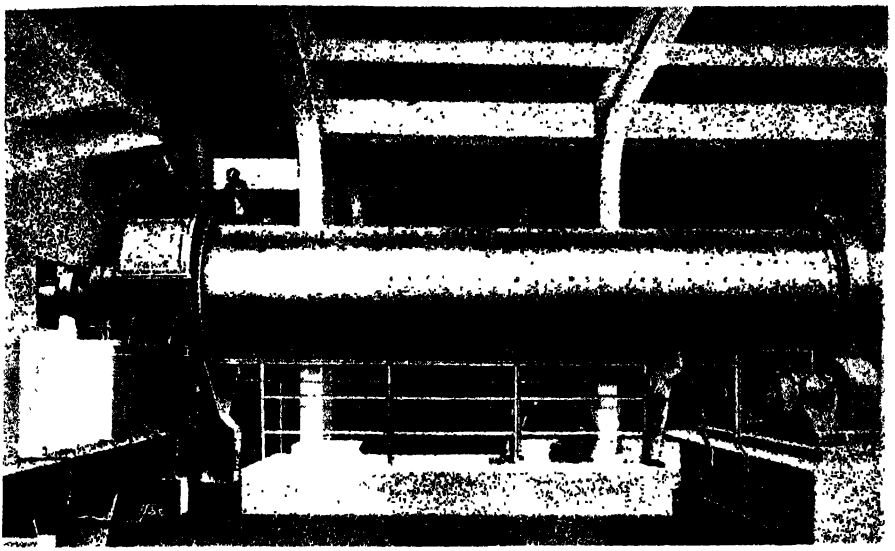


Fig. 3.

The kilns are 50 metres long by 3 metres diameter, and have enlarged calcining zones.

In Fig. 6 is given the ground plan of a plant now in course of construction, for operation on the wet process. The storage shed, about 100 metres long, is for the storage of clinker, coal, and gypsum, and is served by travelling cranes with clamshell buckets. The bins of the grinding mills are filled directly by the cranes. In each case the plant was supplied by Fellner & Ziegler, A.G.

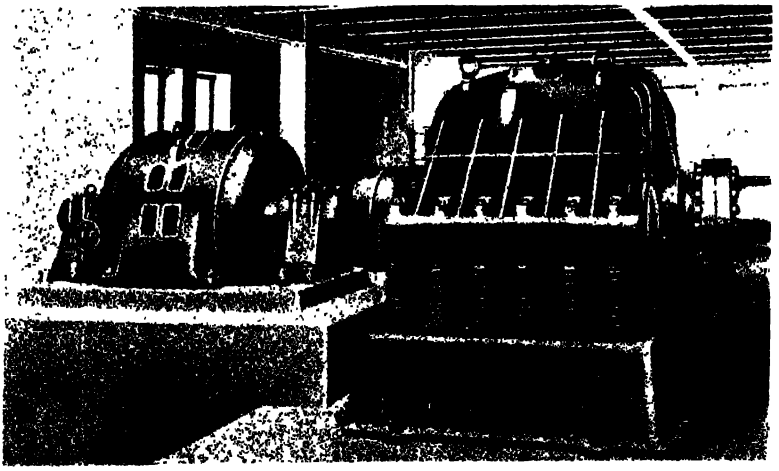


Fig. 4.

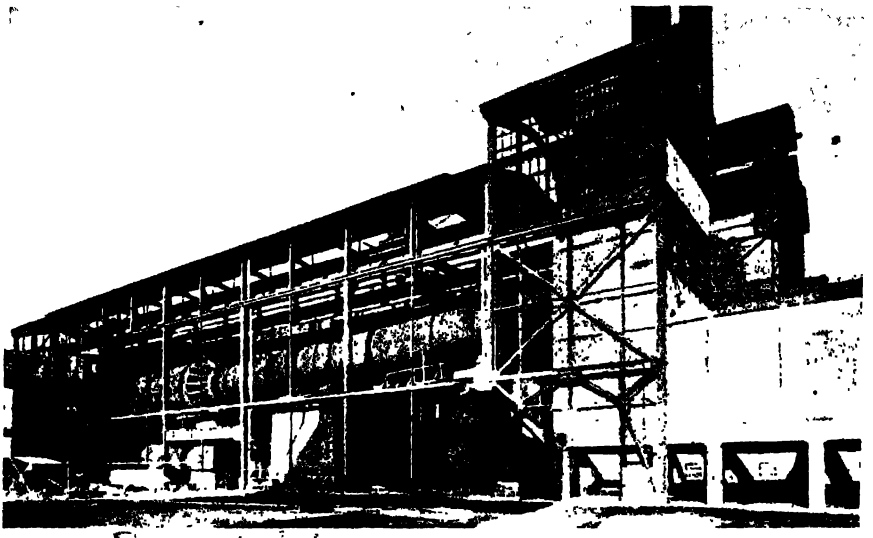


Fig. 5.

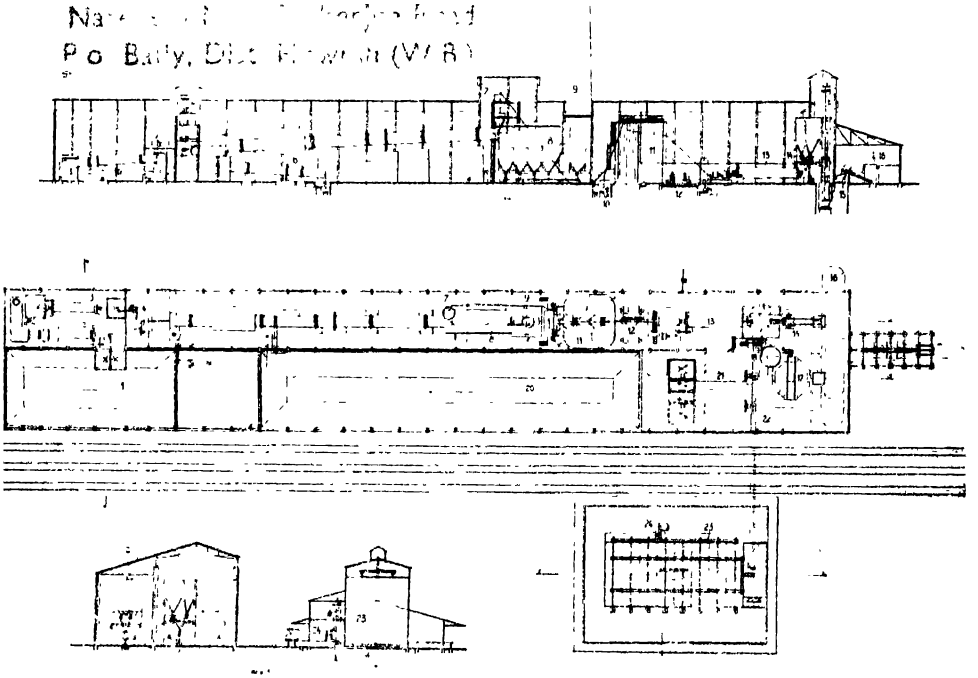


Fig. 6.

Recent European Cement Plants (See page 90).

VOLUME 3. NUMÉRO 1. JANVIER 1930.

CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

LE JOURNAL INTERNATIONAL DU CIMENT EN QUATRE LANGUES.

PARTIE FRANÇAISE

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Avec la publication de "Cement and Cement Manufacture" en quatre langues, publication qui paraîtra à l'avenir chaque mois, les fabricants en ciment du monde entier vont posséder un moyen d'échange d'informations, qui n'est détenu jusqu'à présent par aucune autre industrie, et dans aucun pays.

La décision de publier ce journal en quatre langues a été prise parce que l'idée des propriétaires, un tel journal international était vraiment indispensable pour le développement de l'industrie mondiale du ciment. Dans plusieurs pays, on entreprend des travaux de recherche approfondis; les expérimentations portent actuellement sur des idées nouvelles concernant les procédés de fabrication; enfin, on adopte de nouveaux types de machines ainsi que des moyens de travail plus économiques. Chaque pays qui fabrique du ciment a quelque chose à apprendre des autres pays. Jusqu'à présent, les comptes-rendus des progrès effectués étaient publiés dans la langue de ceux qui ont procédé aux recherches aboutissant à de tels progrès; et les fabricants des pays ne parlant pas cette langue ne pouvaient ainsi en bénéficier d'une manière immédiate.

Le but de "Cement and Cement Manufacture" est de présenter, dans les langues des principaux pays producteurs de ciment, les opinions des autorités mondiales les plus en vue concernant les aspects de la fabrication du ciment et des essais relatifs à celui-ci. Ces précieux renseignements, quelque soit leur pays d'origine, seront portés à la connaissance de tout le monde et de plus, seront donnés en quatre langues différentes. D'ailleurs, nous pouvons dire que l'industrie du ciment est, en fait, elle-même internationale car non seulement les pays producteurs de ciment exportent leur produit dans d'autres pays, mais aussi, les constructeurs du matériel de fabrication et des appareils d'essai exercent leur commerce sur le vaste champ du monde entier.

Nous avons eu le privilège de publier dans ce numéro des articles émanant d'un nombre considérable d'autorités éminentes de l'industrie du ciment en Europe, aux Etats-Unis et ailleurs. Nous espérons que d'autres autorités ainsi que des ingénieurs et des chimistes plus jeunes nous communiqueront, aux fins de publication, les vues intéressantes qu'ils voudraient exposer, ou les articles et les notes pouvant être de quelque utilité à leurs collègues du monde entier. De larges rétributions seront réservées à de telles contributions. Ainsi les industries du ciment existant sur la terre seront cimentées par un lien de bonne volonté; les travailleurs d'un pays seront connus chez ceux des autres pays; les progrès de cette industrie seront secondés par les échanges de vues et d'expériences; enfin, il s'établira un sentiment de bonne volonté et de confiance qui contribuera largement à conserver la paix sur le monde.

À NOS CONFRÈRES.

PENDANT le peu de temps que "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" a été publié, un nombre considérable de ses articles ont été, sans notre permission et sans le reconnaître, reproduits par d'autres revues s'occuppant de ciment. Certaines revues de l'Europe se sont rendues les plus coupables à cet égard. En même temps que nous apprécions cette reconnaissance de la valeur des articles de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" nous nous permettons de faire remarquer que les auteurs des articles en question sont rétribués par nos soins pour leur collaboration et les honoraires de nos collaborateurs se montent à une somme très forte. Le paiement de ces travaux est, à vrai dire, la deuxième des parties les plus coûteuses du prix de revient de cette publication.

Nous ne désirons pas restreindre la documentation sérieuse mise à la disposition des fabricants de ciments ou de ceux qui font des recherches à ce sujet. C'est en vue de rendre une telle documentation profitable à tout le monde que "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" est, à gros frais, maintenant publié en quatre langues. Les autres journaux sont tout à fait libres de reproduire nos articles ou d'en publier des extraits, pourvu qu'ils en reconnaissent la source. Mais, nous nous opposons, avec force, au plagiat de nos articles, reproduits sans indiquer qu'ils ont été pris dans notre revue.

Si cette sorte de vol continue, nous nous proposons de publier, à l'avenir, les noms des revues en question, accompagnés de la liste des articles dérobés sans aveu à "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE." Avis aux journaux qui semblent s'efforcer de réduire leurs dépenses de rédaction au minimum.

AVIS.

ÉTANT donné l'espace dont nous disposons dans ce numéro et la grande abondance des matières, nous nous voyons forcés, avec regret, d'en reporter une grande partie à notre prochain numéro.

Un message de Henry Le Chatelier.

" A mon âge, on a bien le droit de prendre un peu de repos. Les jeunes ingénieurs et chimistes d'aujourd'hui doivent considérer qu'il est de leur devoir d'entreprendre des travaux de recherche et de faire connaître les résultats trouves à tout le monde, comme je l'ai fait dans mon temps."

A L'OCCASION de la publication du premier numéro du premier journal International du ciment, nous sommes particulièrement heureux de pouvoir publier le message d'encouragement ci-dessus qui nous a été adressé par l'un des pionniers les plus énergiques de la science appliquée à l'industrie que le monde ait jamais connus.

Henry Le Chatelier appartient à une famille bien connue pour ses talents scientifiques: Sa propre carrière a été toute de labeur et de sacrifice et il a été comblé à bon droit par les honneurs.

En 1877, à l'âge de vingt sept ans, il est nommé Professeur d'Industries chimiques à l'École des Mines de Paris, après avoir consacré six ans à l'École Polytechnique à des travaux de recherches et servi dans une commission géologique dans le Sud-Algérien.

En 1888, il est nommé professeur au Collège de France; d'où découle une période d'activité intense. Il avait déjà publié un traité sur le chauffage industriel; il trouva ensuite le temps de rédiger une thèse sur " Carbone, Silice, et Silicates." Son travail à cette époque est toutefois plus connu par ses brillantes inventions. Le galvanomètre Saladin-Le Chatelier est devenu familier à la plupart des chimistes, tandis que ses pyromètres thermo-électrique et optique sont indispensables pour la mesure des hautes températures.

Mais Le Chatelier n'a pas seulement aidé par ses investigations pyrométriques à l'industrie du ciment. Son appareil pour la détermination de dilatation du ciment et pour le calcul de son poids spécifique est encore d'un usage constant par tout le monde, et ses théories sur la constitution chimique essentielle du ciment Portland sont remarquables par leur originalité et restent encore un sujet de discussion parmi les chercheurs en ciment.

En 1892, Le Chatelier se voit décerner le prix Jérôme Ponti et en 1895 le prix La Caze; en 1911, il obtient la Médaille Bessemer. L'Institut du Fer et de l'Acier (d'Angleterre) l'a élu comme membre en 1904, et son admission à l'Académie des Sciences suivit en 1908.

Les services qu'il rendit pendant la Grande Guerre par ses recherches sur les explosifs et les métaux sont considérables; il porte aujourd'hui la Cravate de Commandeur de la Légion d'Honneur.

C'est peut-être en 1922, après cinquante ans de travail scientifique qu'il a connu le triomphe de sa carrière. Une plaque en or lui fut offerte avec une

somme de 100,000 Frs Suivant son desir exprès, cette somme fut donnes a l'Academie des Sciences pour servir à fonder des bourses de recherches

Maintenant qu'il a atteint l'âge de 80 ans, Henry Le Chatelier a abandonne, dans une grande mesure, sa carrière, toute d'énergie La jeune génération d'Ingenieurs et de chimistes en ciment ont dans Le Chatelier un exemple de ce qu'un homme est capable de faire pour favoriser une industrie importante Il est à esperer que son message cite ci-dessus leur donnera courage les pages de l'International " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " sont toujours à leur disposition pour y enregistrer les resultats de leurs recherches, resultats qui pourront ainsi être a la portee des travailleurs du monde entier

Un Message de P. Malcolm Stewart.

PRESIDENT DE THE CEMENT MAKERS FEDERATION THE ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS LTD THE BRITISH PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS LTD

JE souhaite cordialement la bienvenue a cette premiere revue internationale sur les ciments, car j'ai foi en ce qu'elle sera le moyen de seconder l'interet mondial du ciment Portland et qu'elle se montrera comme la pierre de touche de la creation (dans l'industrie du ciment du monde entier) d'une ambiance amicale, ou pourront se discuter les nombreux problèmes relatifs a la fabrication ou aux usages du ciment Portland

Les editeurs de " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " se sont lancés dans une tâche difficile en realisant une revue technique de ce genre, en quatre langues, et il faut les remercier de cette entreprise, dont la valeur pour l'industrie, est inestimable Deja dans ce premier numero, elle a réuni les opinions des autorites les plus éminentes du monde entier sur des sujets d'un intérêt vital, publiees en anglais, français, allemand et espagnol, de façon que les lecteurs de tous les principaux pays de fabrication de ciment, puissent profiter de cette précieuse documentation publiée dans leur propre langue L'industrie du ciment a maintenant un actif qu'aucune autre industrie ne possède Elle a un intermediaire pour echanger des opinions en differentes langues, et il faut s'attendre a ce que les chercheurs mettent fort à profit les pages de cette revue pour placer leur documentation a la portee de leurs confreres du monde entier

L'avenir de l'industrie du ciment Portland est assuré par l'immense dotation en matières premières necessaires, et par la haute capacite technique de ceux qui sont engages pour la recherche ou le contrôle de la fabrication Il faut une concentration croissante des applications du ciment, la confiance dans le ciment croîtra a mesure que ses divers usages s'étendront Cette revue, en augmentant le fonds commun de connaissances, assurera les progrès du ciment, comme agent de civilisation, et accèlèrera l'arrivée de l'âge du ciment

Le premier numéro sera considéré, j'en suis convaincu, non seulement comme une invitation à tous de coopérer à nos intérêts communs, mais comme un message de paix et de bonne volonté, que les industriels cimentiers devront chercher à confirmer en se familiarisant au contact les uns des autres par l'intermédiaire des pages de " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE "

UNE NOTE DE

G. F. EARLE

(ADMINISTRATEUR GÉNÉRALE DE G. AND T. EARLE, LTD., ANGLETERRE).

IL n'y a pas très longtemps que les fabricants en ciment, tout comme les fabricants des autres industries, avaient grand soin d'empêcher les autres fabricants de savoir quoique ce soit des choses concernant leur fabrication, et il était rare qu'un fabricant fusse admis à visiter l'usine d'un autre de ses confrères. Ces temps de mentalité étroite sont heureusement révolus. Actuellement, malgré qu'il existe entre les fabricants une âpre concurrence sur le marché de vente, ceux-ci font tout ce qu'ils peuvent pour venir en aide à un confrère, en ce qui concerne la fabrication.

Ce revirement dans l'attitude des industriels trouve sans doute son explication dans le fait que chacun est convaincu qu'il a une responsabilité vis-à-vis de l'industrie, celle-ci étant considérée comme un tout. La vieille attitude du fabricant se réjouissant à la nouvelle des difficultés que rencontre un autre fabricant dans la qualité de sa production, est maintenant disparue. Il est triste d'avoir à entendre dire que de telles choses puissent avoir lieu car il est certain que l'industrie, prise comme un tout, en souffrirait.

L'échange documentaire des travaux effectués dans différents pays est devenue également fréquent et se montre de grande utilité. Il y a toutefois de la marge pour une coopération plus étroite et je crois que ce journal de Ciment, le premier international, aidera à rapprocher entre eux tous les fabricants; l'industrie mondiale y gagnera aussi bien que chaque industriel particulier.

Je suis sûr que votre innovation rencontrera le meilleur accueil de la part des fabricants et qu'elle recevra leur entier appui. Si notre Société peut vous être utile en quelque manière ce sera avec plaisir qu'elle le fera.

Une lettre de Robert W. Lesley.

Premier President de la American Portland Cement Association.

SI ce n'était le fait que, vu l'urgence de mes affaires, je n'ai que très peu de temps de libre avant la parution des premiers numéros de " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," je me serais fait un grand plaisir de vous envoyer aujourd'hui une contribution. Cependant cela m'est impossible.

Je ne puis alors que vous adresser seulement mes sincères félicitations pour l'idée magnifique d'un journal de ciment international et mes voeux les plus cordiaux pour son succès.

Dans ces temps d'évolution rapide des idées, un matériau de construction plastique tel que le ciment convient au moment, et il a une réputation mondiale bien méritée de résistance et durée.

En qualité de pionnier, avec Saylor, du développement de notre industrie Américaine du Ciment Portland, j'ai vu la production croître de 42000 barils en 1880 à 176000000 de barils en 1928 et je vous promets un article à ce sujet pour un prochain numéro du Journal.

Les Usines de Swanscombe de l'Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., Angleterre.

QUELQUES uns des premiers fours rotatifs construits dans les usines d'Europe furent installés dans les usines de Swanscombe de l'Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd en 1900, seize fours de 18 m. de longueur étaient en voie de construction On allongea plus tard ces unités en leur donnant une longueur de 39 m , de plus on y introduisit graduellement d'autres modifications et améliorations à mesure que se développait la technique de leur emploi Une vue générale de la nouvelle usine est représentée dans la Fig 1 (voir page 6).

Cependant, avec les rapides progrès réalisés dans la construction des fours rotatifs pendant les dernières années, on considéra que les fours de Swanscombe, avec les nombreuses modifications et améliorations qu'ils avaient subies avaient suffisamment servi On décida donc de les retirer entièrement, et on a construit de nouveaux fours rotatifs conformes aux derniers modèles construits, en même temps on a reconstruit et modernisé l'usine entière en vue d'une production de 400000 tonnes de ciment par an, ce ciment étant de la plus haute qualité, dont le " Ferrocrete " le ciment à durcissement rapide bien connu

Dans cette reconstruction, les travaux avaient été rendus difficiles par le fait que l'emplacement était plutôt limité et que l usine devait fonctionner continuellement. On a eu à faire des travaux de défrichement considérables; de plus, étant donné la nécessité de continuer la fabrication on a eu recours a des délais et expédients provisoires afin d'empêcher l'arrêt des parties essentielles de l'usine Les travaux étaient toutefois facilités par le fait qu'on n'avait pas besoin d'un matériel générateur d'énergie, l'énergie électrique nécessaire étant prise à la station génératrice de Barking de la " County of London Company."

Les Matières Premières.—Il existe d'importantes réserves de craie et d'argile pouvant assurer l'approvisionnement nécessaire à la production pour un grand nombre d'années.

En ce qui concerne l'argile, un dépôt se trouvant à 1 km., 600 de l'usine est mis actuellement en exploitation L'argile est lavée dans une délayeur et pompée jusqu'à l'usine sous forme de pâte. Là elle se déverse dans les réservoirs de stockage et de malaxage. On alimente les délayeurs principaux avec cette pâte argileuse, dans les proportions exigées, au moyen d'un grand élévateur de 18 m. de longueur avec une courroie en caoutchouc de 0m75 de largeur, aménagée avec deux rangées de godets Le moteur actionnant cet élévateur est contrôlé par un système spécial le mettant en marche à des moments déterminés de telle façon que lorsque l'opérateur du moulins presse sur le bouton de mise en marche du déchargeur-élévateur à craie (mentionné plus loin), le même geste met aussi en marche l'élévateur à argile qui fonctionne pour une période déterminée et s'arrête automatiquement pour se mettre en marche quand l'opérateur presse de nouveau sur le bouton. On a évidemment prévu des dispositifs en vue de pouvoir ajouter les qualités d'argile nécessaires indépendamment de

l'opération de montée de la craie, et pareillement, de pouvoir manier au besoin le déchargeur à craie sans qu'il y ait aucune alimentation en argile. La Fig. 2 (voir page 7) montre une pelle mécanique utilisée pour l'extraction de la craie.

Les délayeurs.—On amenait auparavant la craie jusqu'aux moulins laveurs au moyen de wagons à déchargeurs de 3 tonnes, roulant sur une voie de 90 cm. et munis de plateaux extérieurs. On a décidé d'y substituer des wagons à jaugeage normal et une voie ferrée règlementaire; de plus, des dispositions étaient prises pour déverser directement dans le délayeur 10 à 12 tonnes de craie à la fois, afin de réaliser un délayage d'au moins 120 tonnes de craie par heure.

Il y a deux nouveaux moulins préliminaires très massifs de 9 m. de diamètre chacun et tournant à la vitesse de 11 tours/min., actionnés chacun par un moteur de 250 C.V. avec interposition d'un engrenage réducteur de vitesse complètement enfermé qui réduit la vitesse sur l'arbre de 730 à 95 tours/min. Ces moulins de gros lavage sont aménagés avec des grilles massives en acier fondu et sont bâtis sur piliers de sorte que, quand on les lave, les cailloux sont balayés et tombent directement dans le wagon à travers une ouverture faite dans le fond du moulin. Un engrenage spécial à mouvement lent est adapté au moteur du moulin pour que cette opération de balayage puisse se réaliser d'une manière satisfaisante. L'un des moulins fonctionne en assurant le débit total, tandis que l'autre est arrêté pendant ce temps pour nettoyage et réparations. À cause de la disposition du terrain, il est impossible de décharger les wagons à craie dans ces moulins avant de les avoir élevés au préalable; on a installé pour cela un déchargeur à élévateur. Ce déchargeur élève les wagons à une hauteur de 7 m.; il est aménagé avec un déversoir mobile en acier massif permettant de décharger les wagons dans l'un ou l'autre des deux moulins.

La matière première s'écoule, grâce à son poids dans l'un ou l'autre de deux broyeurs intermédiaires; mais à partir de ceux-ci une roue distribue la matière première d'une manière égale dans les broyeurs finisseurs. Cette roue a 7m20 de diamètre et se trouve aménagée avec deux rangées de godets, lui permettant de transporter toute la contenance du broyeur. Les deux rangées de broyeurs comprennent chacune un broyeur intermédiaire de 6 m. de diamètre tournant à la vitesse de 23 tours/min. et aménagé avec des plaques perforés, suivies (après l'élévateur) par trois broyeurs finisseurs de 6 m. de diamètre tournant à la vitesse de 25,5 tours/min. et aménagés avec des plaques perforés à trous plus petits. Des dispositions ont été prises pour assurer la continuité de l'extraction, de la montée et du lavage des petits cailloux sortant des broyeurs intermédiaires et finisseurs dans des conveyeurs à vis.

Chaque rangée de broyeurs est mûe par un moteur de 400 C.V. avec interposition d'un engrenage réducteur de vitesse complètement enfermé, réduisant dans le rapport de 485 à 70 tours/min. Chaque rangée possède sa chambre à pompes propre contenant trois séries de pompes à pistons plongeurs de 30 cm. par 37 cm., accouplées chacune directement au moyen d'un engrenage réducteur de vitesse avec un moteur de 20 C.V., la vitesse des pompes étant de 9,5 tours/min. Ces pompes fonctionnent sous une pression variant de 4 kg,9 à 6 kg,3 par cm² et transportent la matière première dans quatre réservoirs malaxeurs en béton armé à agitation par l'air, ayant chacun 5 m. de diamètre et 9 m. de profondeur.

et pouvant contenir chacun 184 m³ de matière première. On a installé un système de soufflerie, et quand le travail est conforme aux prescriptions originales, un cycle complet des opérations doit durer environ 2 heures 30 minutes; chaque réservoir en l'occurence est ainsi pour un peu plus d'une demi-heure en période de malaxage, temps pendant lequel il est " soufflé " six fois consécutivement (chaque " soufflage " durant environ 15 secondes). Avec ce système de soufflerie, le volume du recipient est important étant donné qu'il est vide quand on le " souffle " et, que la pression à laquelle se fait le " soufflage " dépend de la hauteur de la matière première se trouvant dans le réservoir.

Ce dispositif est avantageux quand on utilise les réservoirs pour le stockage, mais ils sont utilisés à Swanscombe exclusivement pour ajuster les proportions du mélange, assurant la composition correcte de la matière première avant son admission dans les malaxeurs principaux. On a donc trouvé qu'il était plus convenable de donner à chaque réservoir quatre ou cinq " soufflages " consécutifs immédiatement après son remplissage par la pâte provenant du moulins. On assure ainsi le malaxage intégral de la matiaux avant leur admission dans les malaxeurs de stockage. Ces derniers comprennant un réservoir rectangulaire de 75 m. par 20 m. aménagé avec des agitateurs à mouvement mécanique et quatre réservoirs circulaires de 20 m. de diamètre. L'agitation se fait par injection d'air.

Les chambres des pompes des malaxeurs ont été reconstruites et les pompes groupées dans deux chambres séparées, un groupe pompant du malaxeur rectangulaire et l'autre des quatre malaxeurs circulaires. Chaque chambre contient trois pompes de 30 cm. par 37 cm. accouplées directement par engrenage à un moteur de 10 C.V. qui pompe directement jusqu'aux extrémités antérieures des fours. La Fig. 3 (voir page 8) est une vue générale des délayeurs.

Les Fours Rotatifs.—Les fours rotatifs, au nombre de trois ont chacun une capacité de 16 tonnes par heure. Ils ont 121 m. de longueur; la zône de cuisson a un diamètre de 3 m 10 et une longueur de 38 m, le reste du four ayant 2 m 80 de diamètre. Chaque four est monté sur sept rangées de bandes annulaires roulant sur supports à rouleaux. L'anneau se trouvant à l'extrémité de chauffage ayant une largeur de 63 cm et les autres une largeur de 38 cm; ils ont tous une épaisseur de 15 cm. Les diamètres des rouleaux varient depuis 1 m, jusqu'à 1 m 20.

La roue dentée principale actionnant le four a un diamètre de 5 m 30; elle commande un pignon de 19 dents accouplé à une roue dentée à réduction de vitesse dans le rapport 3,3 à 1. La réduction de la vitesse est parachevée au moyen d'un engrenage complètement enfermé accouplé directement à un moteur de 120 C.V. à courant alternatif et vitesse variable. La valeur totale du rapport de réduction de la vitesse est de 1 à 777,25; on s'arrange pour donner au four une vitesse allant de 0,28 à 0,84 tours par minute.

L'alimentation en pâte est contrôlée par une " cuiller d'alimentation " accouplée, au moyen d'un engrenage réducteur de vitesse complètement enfermé, à un moteur à courant continu et vitesse variable de 5 C.V.

Les refroidisseurs sont du type intégral aménagés autour de l'extrêmité de chauffage, et comprenent 12 tubes par four, ayant chacun 5 m 85 de longueur sur 1 m 20 de diamètre. Près du quart de la longueur de chaque refroidisseur, vers l'extrêmité chaude, est revêtu de briques, le reste étant aménagé avec des chaînes.

Les trois fours sont reliés par un conduit latéral à ventilateurs à une cheminée en béton armé de 71 m de haut. Les ventilateurs de tirage peuvent aspirer 170,000 m³ de gaz, et sont munis chacun d'une jauge hydraulique de 7 cm 5.

La Fig. 4 (voir page 10) montre les fours vus de l'extrêmité d'alimentation; la Fig. 5 (voir page 10) montre les fours vus de l'extrêmité de chauffage.

Dispositifs de Brûlage du Charbon.—On a installé des pulvérisateurs à charbon du type à anneaux roulants avec classificateurs, chacun de ces pulvérisateurs ayant une capacité de broyage de 6 tonnes à l'heure. En égard au tirage élevé qu'exige le système de classification, ainsi que la grande vitesse de l'air exigée dans la conduite de combustion avec ces types de four et de refroidisseur, le ventilateur qu'on a installé a été spécialement construit pour ce but.

L'alimentation depuis les trémies, qui peuvent contenir chacune 90 tonnes, se fait au moyen d'un convoyeur auquel on a incorporé un séparateur magnétique à tambour pour s'assurer de l'élimination de tous les morceaux de fer qui ont pu tomber dans la substance.

La fourniture la plus importante en charbon vient par bateaux. On décharge le charbon au moyen d'une grue électrique de 5 tonnes dans une trémie montée sur roues, à raison de 100 tonnes par heure; cette trémie est déchargée à son tour dans un funiculaire à 2 câbles ayant également une capacité de 100 tonnes/heure. Sa longueur est de 0,50 m; il dépose le charbon soit directement dans des soutes en acier situées au-dessus des moulins, soit dans un stockage de réserve situé au niveau du sol.

Pour transporter le charbon depuis le stockage de réserve jusqu'à la trémie située plus haut, on a installé une grue de 3,5 tonnes capable de se déplacer et possédant une benne ouvrante de 1,75 t. Cette grue peut se déplacer tout le long du magasin et au-dessus des trémies de pulvérisation. Son chemin de déplacement a été également étendu afin de pouvoir décharger directement le charbon des wagons dans les trémies. On a profité du funiculaire pour assurer le transport du gypse jusqu'au magasin; on a installé également des dispositifs pour alimenter directement en gypse l'extrêmité arrière des convoyeurs à bandes servant pour le clinker.

Le clinker est élevé à partir des refroidisseurs jusqu'aux trémies à clinker entièrement au moyen de convoyeurs à bandes et augets. Ces convoyeurs sont doublés tout le long. Ils ont chacun 60 cm. de largeur et se meuvent à la raison de 75 m par minute. Il y a d'abord une paire de convoyeurs plans roulant au-dessous des refroidisseurs et aboutissant à deux paires de bandes inclinées placées en série qui transportent la matière jusqu'au sommet de la trémie à clinker pour la faire écouler ensuite dans une paire de convoyeurs navettes ayant chacun 35 m de longueur et aménagés pour remplir n'importe quelle partie des trémies à clinker. Cet aménagement dispense entièrement de l'emploi des élévateurs pour amener le clinker dans les trémies. Les trémies à clinker, au nombre de deux sont en béton armé et peuvent contenir chacune 1400 tonnes de

ciment. Ces trémies sont situées à une hauteur telle qu'on peut alimenter les broyeurs à boulets en clinker directement à travers les tables d'alimentation. Les moulins broyeurs comprennent 14 rangées de broyeurs à boulets et de broyeurs tubulaires. Les broyeurs à boulets reposent sur une plateforme d'acier et de béton située à une hauteur telle que le produit broyé peut se rendre directement aux broyeurs tubulaires au moyen d'un court convoyeur hélicoidal. Les broyeurs tubulaires et à boulets constituent des unités indépendantes et sont actionnées chacune par un moteur de 250 C.V avec interposition d'un engrenage réducteur de vitesse complètement enfermé. La roue dentée située sur le broyeur lui-même est également complètement enfermée et peut être commandée à volonté. La totalité des moteurs et engrenages actionnant ces broyeurs est contenue dans deux chambres séparées situées au-dessous des trémies à clinker. Ces chambres à moteur sont ventilées et réfrigérées au moyen de laveurs à air fonctionnant suivant le système " plenum." Les broyeurs déversent le produit dans des convoyeurs doubles en forme de spirale de 45 cm. disposés au ras du sol, qui à leur tour déversent le produit dans un groupe de quatre élévateurs situés dans le centre du bâtiment. L'un de ces deux élévateurs est capable, à lui seul, de se charger de la totalité du débit des broyeurs, ce débit étant de 100 tonnes par heure environ.

Les broyeurs à boulets sont ventilés d'abord à travers l'espace fermé situé au-dessus des trémies à clinker en vue d'y déposer la plus grande partie des poussières. La ventilation se fait ensuite à travers le toit, et jusqu'à l'air libre. Les broyeurs tubulaires et les convoyeurs à ciment sont ventilés par deux systèmes de cyclones à sacs filtrants.

La totalité du système, comprenant conduites, cyclone, filtre, etc , est entouré de feutre; il a toujours donné entière satisfaction.

Le ciment est stocké dans des entrepôts occupant une surface de 350 m² et pouvant contenir 20000 tonnes de ciment. Les élévateurs qui sont en relation avec le moulin broyeur déversent le ciment dans des convoyeurs doubles à bandes qui le transportent directement à travers le magasin et le déversent, à leur tour, dans quatre convoyeurs similaires roulant au-dessus du centre des silos. On stocke le ciment transporté par ces bandes dans les silos au moyen de voitures à bras.

Les silos, qui ont une longueur de 20 m sont disposés en deux rangées parallèles; la distance de chaque rangée jusqu'au centre étant de 7 m. Un conduit hélicoidal est situé de chaque côté du centre, au ras du sol et dégageant à peine les portes des silos. Quatre groupes de tracteurs électriques, se meuvent sur une rangée de rails disposés le long de l'espace central; chaque groupe est actionné par un moteur de 20 C.V. et se déplace pour actionner les pelles mécaniques qui vident les silos dans les conduits hélicoidaux. Ceux-ci à leur tour envoient le produit dans un système de convoyeurs à plans inclinés et de convoyeurs hélicoïdaux, se rendant aux trémies situées au-dessus des machines à emballage. Tous ces convoyeurs sont accouplés directement à des moteurs indépendants au moyen d'engrenages réducteurs de vitesse.

Trois voies ferrées sont alignées parallèlement au magasin, juste à côté des murs des silos. Les appareils de mise en sacs sont disposés d'un côté des rails

tandis que les appareils de mise en barils ou en caisses sont disposés de l'autre côté.

Les appareils de mise en sacs consistent en quatre machines à deux tubulures alimentées par une trémie supérieure de 50 tonnes au moyen d'un conduit hélicoidal d'extraction et d'un élévateur circulaire, assurant ainsi une alimentation régulière dans les machines. L'élévateur circulaire se charge également du ciment qui tombe à côté. Les machines de mise en sacs sont équipées avec des appareils aspirateurs de poussières Après remplissage, le sac tombe sur une courte courroie de transport à fils de fer, qui l'envoie à son tour sur une plaque tournante de 5 m de diamètre. Celle-ci est aménagée avec cinq points de chargement et les sacs sont suspendus en tas de 1,5 t à des cordes à crochets. Ces plaques tournent au moyen d'un engrenage solidaire d'un moteur; les cinq endroits de chargement sont ainsi amenés successivement sous l'extrêmité des convoyeurs, réduisant ainsi au minimum le travail de disposition des sacs en piles sur les cordes Une rotation ultérieure des plaques tournantes amène les tas de sacs au-dessous de deux grues electriques de 1,5 t Celles-ci sont disposées de manière à embrasser la moitié extérieure de la plaque tournante ainsi que la voie ferrée la plus proche Les tas de sacs sont soulevés ensemble avec la corde et chargés directement sur les wagons. Les wagons jaugent normalement Ils ont une plateforme speciale et peuvent transporter jusqu'à 15 tonnes de ciment par wagon.

Les machines de mise en barils et en caisses comprennent six groupes de machines entretenant des secousses mecaniques Chaque paire de machines est alimentée par une machine à peser à cadran supérieur dont la plateforme porte une petite trémie de 0,25 t de capacité environ aménagée avec une soupape d'écoulement située dans le fond Une trémie située sous l'un des convoyeurs hélicoidaux déjà mentionnés distribue le ciment dans chacun des groupes, comprenant six machines Cette distribution est controlée au moyen d'une paire de conduits hélicoidaux entretenant un mouvement de va-et-vient, chacun de ces conduits étant muni de trois issues et soupapes d'écoulement s'ouvrant sur les trémies situées au-dessus des machines à peser Les barils ou caisses sont élevés après remplissage au moyen de grues pareilles à celles qu'on emploie pour les sacs et déposés sur les plateformes des wagons pour être transportés jusqu'au quai.

La Fig. 6 (voir page 12) montre un broyeur Rema, la Fig 7 (voir page 13) montre la première moitie d'une trémie à clinker, la Fig. 8 (voir page 13) montre les moteurs des moulins broyeurs, les Figs 9 et 10 (voir pages 14 et 16) montrent les broyeurs à boulets et les broyeurs tubulaires; la Fig. 11 (voir page 17) montre un appareil de remplissage Bates à plaque tournante.

Le Quai.—L'usine est située à quelque distance d'un fleuve et le ciment, une fois chargé, est transporté jusqu au quai par des trains de 200 tonnes de charge environ.

On a installé deux grues électriques chacune ayant une capacité de 1,5 t et capable de charger à la raison de 80 à 100 tonnes par heure. La profondeur de l'eau aux grandes marées, au moment des basses eaux est de 7 m. L'ancien quai à charbon qui a 150 m de longueur a été remanié et approfondi; on a installé de plus, comme nous l'avons déjà mentionné une grue électrique pour le déchargement du charbon et du gypse dans le funiculaire.

L'Equipement Electrique.—On achète la totalité de l'énergie électrique dont l'usine a besoin. Les approvisionnements additionnels exigés par le fait de la réorganisation de l'usine nécessitèrent l'agrandisement de la sous-station de telle manière que celle-ci peut maintenant fournir la puissance totale qui se monte actuellement à 5000 kw. L'énergie est livrée par le Compagnie sous 33000 volts. Des transformateurs installés dans la sous-station qui se trouve dans l'usine abaissent cette tension à 3000 volts, tension sous laquelle elle est employée.

L'installation commence dans l'usine par l'appareil de distribution de 3-K.V. qui contrôle la répartition de l'énergie dans la fabrique. C'est un tableau de distribution avec huit panneaux bâti en unités interchangeables à isolement par l'air. Ce tableau est logé dans une chambre de distribution, adjacente aux trois commutateurs de 3-K.V. de la Compagnie de Distribution, disposée de telle façon que les barres de contact des deux équipements se trouvent l'une en prolongement de l'autre; ainsi, avec ce dispositif, les barres de contact forment un seul tout tandis que les deux tableaux de distribution sont disposés séparément dans deux chambres. Les panneaux d'alimentation de la sous-station contrôlent sept alimentateurs radiaux, reliés entre eux de manière à assurer une double distribution de 3000 volts à six sous-stations locales.

Les puissances des moteurs s'échelonnent entre 100 C.V. et 0,5 C.V. A l'exception du commutateur à courant alternatif et à vitesse variable de 120/10 C.V. fonctionnant sous 500 volts et actionnant les moteurs du four, les moteurs de 100 C.V. et au-dessus fonctionnent sous 3000 volts et les moteurs de moindre puissance sous 500 volts (tension obtenue par des transformateurs 3000/500). L'éclairage se fait sous 110 volts, avec du courant triphasé obtenu au sortir de transformateurs disposés à chaque sous-station.

Chacune des sous-stations est équipée avec le tableau de distribution et les transformateurs nécessaires pour assurer la fourniture en énergie et l'éclairage de la section de l'usine qui lui est dévolue. L'installation permet de délimiter l'énergie fournie à une section sans possibilité de confusion et facilite ainsi l'évaluation de la consommation en énergie et des dépenses relatives à chacun des processus de la fabrication.. Les sous-stations sont construites sur le même modèle, le type d'équipement étant identique dans chacune d'elles. La plus grande est celle qui est en relation avec le moulin broyeur et le matériel de remplissage du ciment; elle est équipée avec un tableau de distribution à pièces amovibles de 3000 volts, un tableau de 500 volts revêtu de fer, du type tableau à manettes, et les transformateurs nécessaires. L'espace offert à l'emplacement de ces sous-stations était limité; on a monté les transformateurs sur le toit de la sous-station, qui consiste en un édifice en ciment armé bâti sur le moulin broyeur.

Tous les moteurs sont du type enfermé et protégé, les grands moteurs de 100 C.V. et plus étant des machines fonctionnant sous 3000 volts, du modèle type et commandées par des volants à trois rayons et des démarreurs à liquide à faible accélération. Les moteurs de moins de 100 C.V. sont des machines fonctionnant sous 500 volts, à carter cylindrique et dispositifs sphériques de

support d'une fermeture spéciale, possédant toutes des ouvertures de ventilation disposées sur la verticale et aménagées avec des ventilateurs qui engendrent un courant d'air de réfrigération très intense à travers les saillies et le centre du moteur. On a enfermé les moteurs et on les a équipé avec ce système de ventilation en vue d'empêcher l'accumulation dans les moteurs de la poussière de ciment dont se trouve chargée l'atmosphère de l'usine. Les moteurs de 100 à 30 C.V. sont à anneaux glissant et sont commandés par des commutateurs montés au niveau du plancher et immergés dans de l'huile avec des démarreurs séparés à surfaces plates immergées dans de l'huile et à faible accélération, ces commutateur et démarreur étant réunis comme une seule unité. 70% des moteurs fonctionnant sous 500 volts ont une puissance de 30 C.V. Leur couple de forces est élevé; ils sont à cage d'écureuil et sont commandés par des démarreurs immergés dans de l'huile du type cage d'écureuil ou du type commutateur direct. On a limité la puissance des moteurs à cage d'écureuil et couple élevé à 30 C.V. en raison des grands courants de démarrages qui seraient nécessaires et qui augmenteraient les dépenses de distribution d'une manière exagérée.

Les moteurs et les appareils de contrôle sont tous de construction simple et robuste. Ils ont été construits en vue d'un travail continu et ne demandant pas beaucoup d'habileté. On a standardisé autant que possible les types et les grosseurs des appareils de controle des puissances et des vitesses des moteurs; tous les appareils similaires sont interchangeables aux points de vue mécanique et électrique, réduisant au minimum le matériel superflu.

La distribution finale dans chacun des moteurs fonctionnant sous 500 volts se fait séparément au moyen d'un tableau aménagé avec des fusibles ayant 50.000 K.V.A. comme puissance de rupture, qui coupent instantanément le courant quand il y a court-circuit. Ces fusibles protègent entièrement les tableaux de prix modéré placés sur un circuit de grande puisance; de plus les fusibles séparés permettent d'isoler efficacement le circuit de chaque moteur aux fins d'inspection ou de réparation.

Les fours rotatifs sont fabriqués par F. L. Smidth & Co., Ltd.; les câbles par W. T. Henley's Telegraph Works Co., Ltd.; les appareils de pulvérisation du charbon par British Rema Manufacturing Co., Ltd.; le funiculaire aérien par British Ropeway Engineering Co., Ltd.; le ponton à argile par Priestman Bros., Ltd.; l'élévateur à wagons par Mitchell Conveyor and Transporter Co., Ltd.; les grues électriques par Stothert & Pitt, Ltd.; les soupapes régulatrices par G. Polysius A.G.; les ventilateurs par Sturtevant Engineering Co., Ltd.; les machines à peser par W. & T. Avery, Ltd.; les locomotives par Hawthorn Leslie & Co., Ltd.; l'équipement électrique par Metropolitan-Vickers Electrical Co., Ltd. et The English Electric Co., Ltd.; les appareils de distribution par A. Reyrolle & Co., Ltd.; le refroidisseur à ciment par Vickers-Armstrongs, Ltd.; les engrenages réducteurs de vitesse par H. Wallwork & Co., Ltd., et The Power Plant Co., Ltd.; les convoyeurs à bandes par Fraser & Chalmers, Ltd.; les machines de mise en sacs sont de la marque Bates.

Quelques Propriétés physiques du Ciment Hydraté.

PAR R. E. STRADLING, M.C., D.Sc., Ph.D., M.C.E.
(DIRECTOR OF BUILDING RESEARCH, ENGLAND.)

DES travaux de recherche ont été entrepris avec quelque succés dans le but d'élucider quelques uns des phénomènes associés aux matières se prenant en gelée employés pour la construction, ainsi que le montrent divers rapports publiés par la Building Research Station, Angleterre. L'une des matières les plus importantes appartenant à ce groupe de matériaux est le ciment Portland. Il a semblé intéressant d'esquisser sommairement une image de ce que peuvent être, selon l'opinion de l'auteur, les directives suivant lesquelles les travaux de la Station sont entrepris, et particulièrement en ce qui concerne le ciment et le béton.

Dans le rapport* du Building Research Board pour la période finissant le 31 Décembre, 1926, on a suggéré une classification des matériaux de construction. De plus on a insisté sur la nécessité qu'il y avait à se documenter, par de plus amples informations, sur le groupe de matières se prenant en gelée dénommées " quasi-solides." Les travaux entrepris pendant ces deux dernières années ont démontré d'une manière frappante l'urgence d'une telle nécessité et le peu de choses qu'on sait sur ce sujet. Les propriétés mécaniques principales d'une matière se prenant en gelée, qui la distinguent des aggrégats cristallins, résident en un changement de volume correspondant à un changement de la teneur en humidité ; de plus ce changement est accompagné d'une variation de la résistance et d'une altération du coëfficient d'élasticité. La dénomination de matière se prenant en gelée a été donnée à ces matériaux de construction pour leurs propriétés précédentes. On n'a fait par là aucune allusion à une structure capillaire définie. Les changements de volume constituent, sans aucun doute les causes du crevassement et du fendillement du béton et des enduits en ciment quoiqu'on n'ait pas encore suffisament compris ce phénomène pour être en mesure d'y parer dans la pratique.

De récents travaux publiés aux Etats-Unis d'Amérique et en Allemagne montrent l'intérêt grandissant qu'on porte à la structure de ces matières. Dans ces travaux, il est surtout question des phénomènes qui caractérisent les ciments déjà pris quand ils sont hydratés ou séchés. Les phénomènes constatés se rapportent au même ordre de faits que ceux constatés à la Building Research Station. Pendant l'année passée, on a fait dans différentes sections de la Station des travaux sur les propriétés de ces matières et particulièrement sur les ciments du type Portland. Il paraît possible, en revoyant ces travaux, de donner un essai d'explication de quelques uns des phénomènes associés à la marche de la prise et du durcissement. Cette explication constitue une hypothèse plutôt que des preuves concluantes. Mais il nous a paru de grande utilité, même en

* Voir pages 10-12, 43-48.

risquant de présenter un travail prématuré, de dégager la signification des données fournies par la Station.

Dans la Fig. 1 (voir page 20) des courbes représentent l'expansion en fonction du temps, cette expansion résultant de l'immersion dans l'eau de divers matériaux de construction préalablement séchés. L'expansion n'est pas la même pour des matériaux différents et le phénomène parait dépendre finalement de deux facteurs qui ont d'ailleurs une importance pratique très grande. Ces facteurs sont: (1) la quantité présente de matière en train de se gonfler; (2) la facilité de pénétration de l'eau.

Comparons, par exemple, les cas du ciment en pâte pure et du béton. Il devrait y avoir un potentiel de liant plus grand dans le ciment en pâte pure que dans le béton; pourtant l'expension de ce dernier est beaucoup plus grande que celle du premier.. Le béton en question est en parfait état de prise; il n'est pas de ceux qui possèdent un grand pouvoir intrinsèque d'expansion par l'humidité. Cette anomalie apparente trouve son explication dans le fait que ce béton est très perméable, de sorte que l'eau qui y pénètre atteint le ciment plus facilement.

Ce fait est indiqué encore plus clairement dans les Figs. 3 à 8 (voir pages 22 et 23) relatives à des échantillons de ciment d'épaisseurs différentes conservés dans l'eau et dans l'air (les Figs. 3, 4 et 5 se rapportent à l'expansion d'échantillons de ciment en pâte pure d'épaisseurs différentes, conservés dans l'eau. La Fig. 3 se rapporte au ciment Portland normal; la Fig. 4 à du ciment à durcissement rapide; la Fig. 5 au ciment alumineux. Les Figs. 6, 7 et 8 se rapportent aux retraits d'échantillons de ciment en pâte pure d'épaisseurs différentes conservés dans l'air; la Fig. 6 se rapporte au ciment Portland normal; la Fig. 7 à du ciment à durcissement rapide et la Fig. 8 au ciment alumineux). Il est à noter que dans tous les cas, plus l'échantillon est mince, plus grande est la variation du phénomène, soit que l'eau essaye de sortir dans le cas de conservation à l'air, soit qu'elle essaye de pénétrer à l'intérieur dans le cas de conservation dans l'eau. La nature semi-imperméable du ciment hydraté offre une grande résistance à la pénétration. Le phénomène actuel mesuré dans de tels échantillons est en réalité la résultante des deux effets: hydratation de la paroi extérieure et tension du noyau central. Ainsi quand l'eau pénètre, la paroi extérieure se dilate et se trouve retenue fortement par le noyau central plus sec. Quand l'échantillon est en train de sécher, la paroi extérieure se contracte et se trouve également retenue fortement par le noyau central, plus humide.

Il est évident que si la matière se prenant en gelée peut être atteinte par l'eau, plus l'échantillon est riche en ciment, plus le phénomène doit être considérable. Mais en pratique, quoique la proportion de ciment doit donner à la longue une certaine différence quand le ciment est conservé pendant une plus ou moins grande période soit dans l'eau, soit dans l'air, la perméabilité est un facteur tellement prépondérant que les phénomènes observés avec des masses de béton de dimensions utilisées en pratique dépendent plus, en général, de ce facteur que du ciment contenu, dans la mesure où ces observations concernent des changements quotidiens normaux dans la teneur en humidité.

Les phénomènes représentés dans la Fig. 1 (voir page 20) se rapportent à des échantillons de ciment préalablement séchés. Mais les phénomènes qui ont lieu pendant la prise et le durcissement sont souvent plus importants. La Fig. 2 (voir page 21) montre une microphotographie de la surface polie d'un ciment pris, agrandie 90 fois. Deux constituants principaux sont visibles, indiqués par des particules blanches sur fond noir. Ces particules blanches représentant du clinker anhydre, lequel, une fois atteint par l'eau, s'hydrate et se gonfle.

Quand on ajoute de l'eau à du ciment en poudre, en malaxant, les surfaces des particules s'hydratent, formant un enduit nettement imperméable, quoique pas en totalité. Ainsi, le centre de la particule peut rester anhydre même après plusieurs années de séjour dans l'eau. La raison de ceci ne peut être à l'heure actuelle que supposée car peu de temps après le mélange, il y a un léger doute sur le fait que l'eau puisse et doive pénétrer avec une nette facilité à travers l'enveloppe hydratée de la particule.

Il faut maintenant dire un mot du phénomène de synérèse avant de continuer directement notre exposé. Quand on provoque la formation de silica-gel en mélangeant de l'acide chlorhydrique avec du silicate de sodium dans certaines proportions, la masse colloïdale résultante contient près de 5% de silice et 95% d'eau (et de sel ordinaire). C'est une masse relativement rigide qui peut se maintenir par ses propres moyens, mais on constate que des gouttes de liquide se forment à la surface et la gelée décolle rapidement des parois du vase qui la contient. Cette synérèse a lieu même sous l'eau. Le liquide synérésé est pratiquement de l'eau (avec du sel ordinaire dissous). L'application directe qu'on peut faire des travaux effectués sur la synérèse des silica-gels au cas des gelées de ciment n'est pas encore bien claire. Il semble cependant logique d'admettre que la synérèse est une propriété générale des gelées rigides et qu'elle doit être par conséquent prise en considération. Que les efforts entrepris à la Building Research Station n'aient donné jusqu'à présent que des résultats négatifs, le fait n'est pas surprenant. Rappelant que la synérèse d'un silicagel consiste dans l'expulsion de la quantité d'eau en surplus de la quantité nécessaire pour la saturation extérieure,* il ne faut pas perdre de vue que l'eau qu'on mélange à un ciment est fournie en quantité très arbitraire et probablement insuffisante pour donner une hydratation complète de tout le ciment, même si cela était physiquement possible. Mais ce sont seulement les surfaces des particules de ciment qui sont hydratées, c'est-à-dire une quantité approchant de 30 à 40% de la quantité totale du ciment. Ainsi, immédiatement après le mélange, l'eau peut très bien se trouver en excès dans la gelée, celle-ci étant en équilibre avec les conditions de saturation complète de l'humidité extérieure. Aux premiers instants l'eau peut pénétrer lentement dans la paroi hydratée, mais cette pénétration se ralentit visiblement très vite, probablement à cause de l'obstruction des canaux à travers lesquels l'eau devrait passer. Mais cette pénétration, et l'hydratation ultérieure résultante sont probablement suffisantes pour enlever

* Voir une courte discussion de ceci ainsi que des références utilisées dans cet article dans : " Effects of Moisture Changes on Building Materials," by R. E. Stradling (B.R. Bulletin, No. 3).

l'eau qui a subi la synérèse au début, avec ce résultat qu'on ne trouvre plus d'eau à la surface des échantillons.

Revenons à l'exposé direct de notre sujet. Puisque la synérèse est une propriété générale de ces gelées rigides, il est évident que même si les échantillons de ciment hyraté étaient immergés dans l'eau aussi rapidement que possible après le mélange, on devrait trouver que le phénomène de contraction a lieu tant que la structure de la gelée existante est intéressée. Mais on arrive au résultat opposé avec le ciment Portland Normal. On est ainsi conduit à faire l'une des deux suppositions suivantes: 1° La synérèse n'a pas lieu et la gelée de ciment même en formation contient une quantité d'eau moindre que celle se trouvant en équilibre avec le degré hygrométrique extérieur, ou 2°: L'enveloppe de ciment hydraté est perméable à l'eau aux premiers instants du mélange et l'hydratation ultérieure qui s'ensuit cause l'expansion observée quand des échantillons de ciment Portland frais sont conservés dans l'eau.

D'autres phénomènes que nous discuterons plus loin semblent tous démontrer que l'hydratation ultérieure peut se produire. Il est donc logique de conclure provisoirement que notre deuzième hypothèse est valable, en d'autres termes qu'on ne doit pas considérer le ciment hydraté comme différent des autres gelées rigides mais que l'expansion observée est due à une hydratation ultérieure causée par le passage de l'eau à travers l'enveloppe.

Toutefois, l'expérience montre que cette hydratation ultérieure n'est pas très pousée dans le cas de la conservation dans l'eau. La Fig. 3 ((voir page 22) en témoigne d'après les travaux effectués à la Building Research Station. Les échantillons de ciment Portland normal (ciment en pâte pure) sur lesquels on a effectué les mesures n'ont jamais eu le temps de sécher après le mélange. Ils consistaient en des barreaux rectangulaires de 5 cm. par 10 cm. dans lesquels on insérait à chaque bout de petites boules de métal. Les mesures étaient prises entre ces boules au moyen d'un micromètre. On prenait trois séries de barreaux, ayant chacun les mêmes longueur et largeur (de 5 cm. × 10 cm.) mais d'épaisseurs différentes. Les boules étaient disposées de manière que la longueur de base sur laquelle on mesurait l'expansion était partout de 7 cm 5.

On prit comme épaisseurs pour les trois séries: 3 mm, 12 mm 5, et 50 mm; on peut concevoir que le phénomène eût une allure rapide au début, plus rapide dans les échantillons minces que dans les épais. Les courbes deviennent pratiquement parallèles après un certain temps, et quoiqu'ils augmentent tous en longueur, l'accroissement paraît lent et indépendant de l'épaisseur.

Apparemment dans le premier stade du phénomène, l'action chimique de la première hyratation et le durcissement de la matière progressent encore; la matière ne s'est pas encore durcie en une seule masse et l'eau peut y pénétrer. Plus tard, toutefois ces trois effets se ralentissent ou s'arrêtent. Il est probable que les deux premiers s'arrêtent tandis que la pénétration de l'eau devient très lente. Cependant une certaine quantité d'eau doit pouvoir entrer, sinon l'hydratation ultérieure ne pourrait pas avoir lieu et il serait difficile d'expliquer l'augmentation progressive de longueur.

Nous mentionnerons plus loin quelques unes des conséquences de ces phénomènes d'hydratation. Il faut mentionner cependant dans l'exposé de ce phénomène les travaux d'expérimentation de A. H. White entrepris aux

États-Unis. White a mesuré l'expansion de barreaux de ciment sur des périodes de 19 ans environ. Il a trouvé qu'en gardant dans l'eau un barreau de ciment préalablement desséché pendant deux ans, l'allongement dépassait 0,5%. Au bout des 19 ans, l'expansion et la contraction continuent à se manifester avec l'hydratation et le séchage, ce qui donne à penser que ces effets d'hydratation influent pratiquement sur la durée d'une construction.

Ciments à Durcissement Rapide.—Au point de vue physique, les ciments à durcissement rapide des types Portland ou alumineux peuvent être considérés comme des espèces de ciment dans lesquels la prise et le durcissement s'effectuent pendant un temps relativement court, par rapport au ciment Portland ordinaire.

Les Figs 4 et 5 (voir page 22) montrent les courbes relatives à des échantillons de Portland à durcissement rapide et de ciments alumineux, semblables en forme et en volume aux échantillons de ciment Portland donnant les courbes de la Fig. 3 (voir page 22). Le phénomène a la même allure en général. La seule différence importante se fait sentir dans le cas des échantillons de ciment alumineux de 5 cm. (Fig. 5, voir page 22). Ici, même avec la conservation dans l'eau, on constate d'abord une contraction, suivie d'une expansion analogue à celle observée dans les autres ciments. Cette contraction est spécifique aux échantillons épais de ciment alumineux. On pense qu'elle est dûe à la synérèse de la gelée se manifestant pendant l'action chimique, et qu'elle est encore plus prononcée dans ces échantillons plus grands, par le fait que l'action chimique y est beaucoup plus rapide, la substance faisant prise et devenant relativement imperméable dès le début. On observe le même phénomène dans les bétons.

Les échantillons de ciment conservés dans l'air présentent une autre série de phénomènes. Le facteur prépondérant est la dessication. Les Figs. 6, 7 et 8 (voir page 23) montrent les courbes obtenues avec des échantillons semblables aux échantillons employés précédemment.

Dans tout les cas, on observe une contraction, inversement proportionnelle à l'épaisseur, quoi qu'elle devienne uniforme au bout d'un certain temps, donnant des courbes parallèles, dont l'inclinaison varie avec l'humidité de l'air. Quoiqu'il semble que l'hydratation s'arrête, il paraît probable qu'en raison de l'humidité appréciable de l'air environnant, de faibles hydratations ultérieures pourraient avoir lieu si des ruptures mécaniques venaient à se produire, ouvrant les particules hydratées de clinker. Que cette hydratation ultérieure puisse avoir lieu, comme suite à une rupture dans la structure, est démontré par l'existence du phénomène appelé " autogenous healing," qui consiste en un regain de la résistance du béton après avoir été contraint à une rupture partielle.

Les Mortiers et Bétons.—Presque tout le béton utilisé pour la construction doit pouvoir, par nécessité, prendre et durcir à l'air. On sait très bien que des fissures importantes ont lieu avec l'emploi du ciment en pâte pure et que de telles fissures sont considérablement réduites par l'incorporation dans le mélange de sable, cailloux ou autre matériau similaire. Naturellement, la diminution des fissures n'est pas la seule raison d'emploi du béton à la place du ciment en pâte pure.

La question du prix est naturellement importante. Mais le fait demeure que le ciment en pâte pure ne pourrait trouver un emploi pratique sur de grandes surfaces et dans les conditions normales, comme matériau de construction, étant donné son retrait au séchage.

Comment les fissures sont elles diminuées par l'incorporation d'un corps inerte? On pense, en premier lieu, que des forces de pression naissent par le fait du retrait du ciment encerclant les particules inertes. Ces dernières ont une tendance à se libérer pour faire relâcher les forces de pression. En second lieu, le relachement ne se produisant pas par ce moyen, des fissures minuscules se produisent dans l'enveloppe de la particule de ciment et sur les particules inertes, permettant le relâchement des forces de pression. Dans le cas où aucun de ces phénomènes n'arriverait à se produire, ou si, grâce à des singularités existant dans la forme de la masse du béton, une voie de relâchement plus facile devenait possible par une fissure plus grande, alors, même avec la présence de la substance inerte incorporée, on ne peut prévenir la formation de fissures importantes dans le ciment lui-même.

Les mesures effectuées à la Building Research Station sur les conditions d'écoulement du ciment et du béton sous charge ont montré que cet écoulement varie en raison directe de l'effort exercé et en raison inverse de la vétusté de l'échantillon. Il en résulte que le relachement des forces de pression semble devoir se manifester au commencement. La fissuration microscopique ultérieure semble devoir manifester plus d'activité quand les forces de cohésion sont les plus faibles, c'est-à-dire encore au début. Comme nous le verrons plus loin, la fissuration microscopique apparaît comme un phénomène de haute importance relativement au séchage, quand on exige l'obtention d'un béton imperméable. Ce phénomène est particulièrement marqué quand on compare dans cet ordre d'idées le ciment normal avec le ciment à durcissement rapide.

Un exemple exagéré de ce phénomène servira peut-être à mieux le comprendre. Prenons, au lieu du ciment et de la matière inerte incorporée, du silica gel et de la poudre de pierre ponce. Le retrait observé sur des échantillons de ce mélange est beaucoup plus accusé que le retrait observé sur du mortier ordinaire. Pour permettre une plus ample explication de ce phénomène on a préparé une série de cubes constitués par des mélanges de silicagel et de poudre de ponce, pris en proportions différentes. Les cubes marqués 100% dans la Fig. 9 (voir page 27) étaient préparés en remplissant le moule entièrement avec de la ponce et en y versant ensuite du silicagel formé en mélangeant du verre soluble avec de l'acide chlorhydrique. Le cube marqué 75% était préparé en remplissant le moule jusqu'aux trois quarts en poudre et en y ajoutant le liant-gelée tout en agitant le moule pendant la prise du liant. Pareillement, les cubes marqués 50% et 25% étaient préparés en remplissant le moule respectivement jusqu'à la moitié, ou jusqu'au quart en poudre, et en ajoutant ensuite la gelée, tout en agitant le moule jusqu'à la prise. Le gelée libre était préparée en jetant un seul cube de silice. Les clichés de la Fig. 9 (voir page 27) montrent l'aspect des cubes après différentes périodes de séchage. Le liant contenait près de 95% d'eau, de sorte qu'il se produisait, au séchage, un retrait suffisant pour provoquer la rupture de la gelée ciment autour de la pierre ponce.

Examinons d'abord la série de clichés relatifs aux cubes ayant 100% de poudre de pierre ponce. Nous voyons que le volume des cubes n'a visiblement pas changé après une période de 27 jours; en fait une faible expansion a eu lieu. La liant (silicagel) s'est complètement fissuré autour des particules qui, par conséquent ne sont plus assujetties à des liaisons. Si à cette époque on avait touché le cube sans prendre de grandes précautions, il serait tombé en un tas de poudre semblable à la ponce avec laquelle on avait rempli le moule. Examinons maintenant la série portant comme étiquette " Silicagel." Elle correspond à du ciment en pâte pure, et on peut voir que le volume du cube s'est progressivement contracté et qu'à la fin de grandes fissures ont fait leur apparition et la matière s'est effritée. Les cubes de compositions intermédiaires se sont conduits d'une façon intermédiaire entre les deux cas extrêmes étudiés.

La Fig. 10 (voir page 29) montre les faces de quelques uns de ces cubes, photographiées à des époques différentes. Le flou apparent des clichés représentant les cubes frais est dû au fait que les grains de ponce étaient recouverts par du silicagel.

Un examen de ces clichés nous permet de déduire les conclusions suivantes: (1) La retrait total est directement proportionnel à la proportion en liant; (2) les fissures occasionnées par le retrait sont d'autant plus importantes que la proportion en liant est plus elevée; (3) avec les mélanges très riches en liant, une désintégration a lieu, se manifestant par la formation d'abord de grosses fissures, et ensuite de fissures moins marquées autour des particules d'agrégat; (4) avec les mélanges très pauvres en liant (100% de ponce) comme l'agrégat ne pourrait être rendu compact, il s'effrite. Le phénomène se produit autour des particules individuelles de ponce.

En pratique, les phénomènes de retrait d'un ciment ne sont pas, toutefois, du même ordre de grandeur que ceux relatifs au silicagel. Mais les cas sont analogues et si on niait la réalité de cette analogie, les raisons de conduite du mortier et du béton resteraient incomprises. En d'autres termes, il faut toujours avoir dans la tête cette idée de retrait autour des particules inertes, si on veut éclaircir les anomalies rencontrées dans les essais de ciment et de béton.

Comme conclusion, nous pouvons affirmer qu'une masse de mortier ou de béton est ordinairement le siège de forces intérieures de pression dûes au retrait inégal des différentes partis de la masse, ce phénomène étant juxtaposé aux pressions introduites par le rétrait initial. De plus, des forces de pression considérables apparaissent lors de l'hydratation des particules anhydres (par exemple dans le cas de conservation dans l'eau). De telles pressions conduisent à la rupture, ou sont libérées par écoulement de substance. La rupture n'est pas très importante dans le cas d'une immersion totale, étant donné que l'hydratation tend à combler automatiquement la fissure.

Avant de comprendre d'une manière plus parfaite le mécanisme de ces phénomènes d'hydratation la prévision de la fissuration n'est pratiquement pas possible. Comme l'étude des phénomènes thermiques des métaux a ouvert de nouveaux horizons à l'industries mécanique, d'une manière semblable, l'étude du phénomène parallèle de l'hydratation du ciment et des matériaux en ciment permettra de nouveaux progrès dans la technique de la construction.

Les propriétés essentielles du ciment non encore garanties par le fabricant.

Par le PROFESSEUR OTTO GRAF (Stuttgart)

LES essais de matériaux, en vue d'essais type, doivent être conduits de façon à permettre aux résultats obtenus grâce à ces essais d'être appliqués à la pratique en cours. Cependant, dans le cas du ciment on ne peut pas dire que ces conditions désirables soient entièrement réalisées.

Les essais de résistance à la compression et à la traction, par exemple, sont effectués habituellement sur des pièces d'essai consistant seulement en ciment et sable, qui ne sont pas d'utilisation courante en pratique. Il est vrai que les résultats des essais effectués sur les mortiers donnent une idée approximative de la résistance du ciment, employé sous forme de béton, mais l'expérimentateur peut être induit en erreur dans les conclusions qu'il peut tirer de tels essais. Des expériences sont tentées dans différents pays pour découvrir une méthode d'essais perfectionnée, à la traction et à la compression. A mon avis, on doit utiliser des mortiers plastiques avec sable de bonne composition granulométrique.

Le retrait ou la dilatation du béton, oblige à ménager des joints dans les constructions en béton pour les protéger contre le retrait ou le gonflement. Des précautions méticuleuses sont également nécessaires pour empêcher le béton de sécher trop rapidement. De telles précautions augmentent le coût de la construction de sorte qu'il est hautement désirable d'arriver à fabriquer un ciment ne présentant pas de retrait ou du moins beaucoup moins sujet au retrait que les ciments actuels.

La résistance du ciment aux acides corrosifs est en rapport avec sa composition chimique et il reste à trouver une solution satisfaisante à ce problème. Dans cet ordre d'idées on peut dire que dans beaucoup de cas l'expérience n'a pas confirmé l'hypothèse courante que c'est la chaux incluse qui laisse le ciment vulnérable à l'attaque des acides.

La perméabilité du béton est une question de grande importance dans la construction des citernes et autres édifices destinés à contenir de l'eau. Le choix du ciment convenable pour un tel travail demande une attention particulière. D'après des essais effectués, j'ai trouvé qu'un échantillon de béton fait avec un certain ciment, se trouvait être imperméable lorsqu'il est soumis à une pression d'eau de 7 atmosphères, tandis qu'un échantillon semblable, fait avec un autre ciment était perméable, soumis seulement à l'atmosphère. Les ingénieurs expérimentés savent quel est le ciment qui forme le béton le plus imperméable, mais il reste fort à désirer la découverte des propriétés spéciales qui font qu'un ciment est plus imperméable qu'un autre, autant en ce qui concerne la composition chimique que les procédés de fabrication.

Dans n'importe quelle discussion portant sur l'essai de matériaux, il est essentiel d'avoir ancré dans l'esprit que les propriétés des matériaux sont influencées à un degré considérable par les normes types existantes. Dans le cas du ciment aussi, les propriétés spécifiées reçoivent la plus grande attention.

Les Essais sur les Ciments.

Par DR. HANS KÜHL.

PROFESSEUR AUX LABORATOIRES DE " L'INSTITUT POUR LES RECHERCHES TECHNIQUES SUR LES CIMENTS " ET DE " L'ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE " DE BERLIN.

LES nomenclatures des ciments-types universels forment un labyrinthe, à travers lequel même un expert trouve difficilement son chemin, les différences devenant si grandes qu'elles exigent de sérieuses recherches pour comprendre un cas particulier pour lequel les nomenclatures des différents pays s'accordent les unes avec les autres.

En premier lieu, quant aux définitions, l'expérience nous a montré que les différences les plus considérables sont relatives à ce qui doit être classé comme clinker de ciment Portland, et ciment Portland. Alors que dans certains pays on entend le clinker de ciment Portland comme un clinker qui a été obtenu par la cuisson d'un intime mélange artificiel de matières contenant de la chaux et de matières argileuses, d'autres pays admettent de classer comme clinker de ciment Portland des matériaux que l'on obtient en cuisant des matières se trouvant avoir déjà, naturellement, la composition chimique exacte du ciment, sans aucune préparation artificielle des matières premières.

Les différences apparaissent encore plus grandes si l'on s'occupe de ce qui doit être regardé comme Ciment Portland. La nomenclature-type anglaise, par exemple prescrit que seuls du gypse et de l'eau peuvent être ajoutés après la cuisson du clinker, tandis que l'Allemagne et les autres pays sont plus tolérants à cet égard et admettent dans certaines limites, l'addition d'autres corps en vue de règler le temps de prise. D'autres pays encore, comme, par exemple, l'Italie s'abstiennent tout à fait de définition rigoureuse. Il en résulte qu'en Italie des matières étrangères peuvent être moulues avec le clinker cuit sans nuire à la valeur commerciale du produit, pourvu que ses qualités techniques soient en accord avec sa désignation.

Je n'ai pas l'intention de traiter en détail les nombreuses différences de moindre importance qui apparaissent dans les nomenclatures types des différents pays pour la finesse, la densité apparente, et le temps de prise, car il existe à ces égards au moins une concordance à la base, et une marche générale d'essai qui excluent les trop grandes différences. Les idées sur les méthodes de mesure de l'état de prise semblent être beaucoup plus variées; tandis que presque tous les pays spécifient les essais: 28 jours et eau froide, nous rencontrons souvent des demandes d'essais d'état de prise accélérée, et à cet égard nous sommes mis en présence d'une diversité plutôt étonnante. Pour les épreuves accélérées, on spécifie, en général, une température de 100° centigrades, mais l'Australie demande une témperature de 80 à 94°C, et pendant que la plupart des pays utilisent l'eau bouillante sous une forme ou sous une autre—soit l'essai écossais, soit l'essai de Le Chatelier—d'autres pays, comme la Pologne, spécifient que les échantillons éprouvés doivent être soumis à la vapeur et non à l'eau.

Les différences dans les nomenclatures sont d'ailleurs considérables lorsqu'il s'agit d'essais de résistance La qualité du ciment dépend, soit de sa résistance à la traction ou à la compression, soit d'une combinaison de plusieurs essais de résistance Il y a des désignations d'essais de ciment en pâte pure, et aussi d'essais de mortiers Certains pays essayent des mortiers plastiques, pendant que d'autres utilisent des mortiers de consistance " terre humide " La préparation mécanique des échantillons pour essais revendique la supériorité sur le moulage a la main D'énormes différences existent même entre des méthodes analogues de moulage des échantillons, l'appareil à marteler est différent de celui à damer, et la spatule ne fait pas comme le pouce Il n'est donc pas surprenant que les valeurs de la résistance varient dans de grandes limites, puisque ces différences dependent non seulement de la désignation spécifique des essais, mais aussi des différences fondamentales des interprétations de ces spécifications Les remarques ci-dessus peuvent suffire à démontrer non seulement aux experts, mais aussi aux autres personnes non familiarisées avec le sujet, que nous sommes loin des méthodes uniformes pour les essais de ciment, telles que la nouvelle Société Internationale des essais de Matériaux desire les introduire.

Il semble évident que la variété des nomenclatures-type est en corrélation avec l'égale variété des développements de la technique dans les différents pays, car, en fin de compte, les nomenclatures denotent les résultats que les fabricants visent à atteindre Pourtant dans le cas qui nous occupe c'est réellement le contraire La qualité du ciment est à peu près la même dans tous les pays dont le développement technique est similaire Quoique la qualité ne diffère pas beaucoup, et en depit de la nécessité de l'uniformité des nomenclatures, on peut dire que les spécifications, malgré leurs différences, sont en rapport avec les usines à ciment sous les auspices desquelles elles sont établies Ce fait devra être pris en considération spécialement par ceux qui désirent une simplification internationale des nomenclatures-type Il n'est réellement pas important par exemple, que la proportion d'anydride sulfurique soit limitée à 2, 5 ou à 3%, ou bien que le résidu maximum admissible sur le tamis de 4900 mailles par cm^2 atteigne 20% ou 25%, ou bien que soit appliqué l'essai à l'eau bouillante de Michaelis ou l'essai à l'aiguille de Le Chatelier, ou bien que le temps de prise soit détermine par l'aiguille de Vicat ou de Gillmore, ou bien que la résistance soit mesurée en employant des mortiers plastiques ou de consistance " terre humide," quoique sur ce dernier point on puisse ne pas être d'accord Ce n'est pas le but de cet article de traiter de tels détails. Je préfère développer quelques idées générales sur les essais et la classification des ciments, et sur leur développement futur.

Il y a d'abord l'importante question de savoir s'il est avantageux de déterminer des spécifications-type qui puissent être appliquées d'une manière générale à un groupe de différents matériaux de construction, ainsi que l'a fait l'Italie, ou bien si l'on va mieux à la rencontre des nécessités avec une spécialisation strictement définie, comme nous le faisons en Allemagne.

Je suis d'avis que la spécification doit être strictement adaptée au caractère du matériau à éprouver et qu'il faudra en venir à une spécialisation poussée très loin. Dans une communication récente lue à Dresden devant l'Association

des Fabricants allemands de Ciment Portland, j'ai indiqué que même deux ciments Portland, pareils, eu égard aux spécifications allemandes strictement définies, sont notablement de rang différent quand on les utilise en pratique, même lorsqu'ils montrent au préalable la même résistance type. Je fus capable de prouver que même avec les moyens limités d'un laboratoire d'essais, deux ciments Portland de valeur égale selon les essais types, donnent des différences de résistance jusqu'à 50%, lorsqu'on les utilise comme mortiers hydrauliques. Guttmann, quand il fit des essais sur des échantillons de Béton Hydraulique provenant de deux ciments Portland de même résistance type, trouva par expérience des différences encore plus étonnantes, s'élevant jusqu'à 100%. Puisqu'il est possible que l'on obtienne de telles différences avec des ciments de même genre et de même résistance-type, il est aisé de concevoir combien différentes seront les propriétés des mortiers de genre varié, lorsqu'ils sont essayés selon les mêmes spécifications. Il n'est pas difficile, par exemple, de faire des mélanges de chaux et d'autres matières, d'une manière analogue a la composition du ciment, et qui donnent d'excellents résultats en les essayant d'après les spécifications du ciment Portland. Toutefois, quand les mortiers sont essayés d'une façon différente, telle que, par l'addition de plus de sable, ou par l'usage d'un mortier hydraulique, il en résulte presque toujours des valeurs moins satisfaisantes que celles données sans aucune difficulté par un ciment Portland de même résistance-type. Je préfère poser la règle suivante pour traiter de la valeur des liants hydrauliques: " Spécifications-types différentes, pour chaque matériau de construction."

Les exigences pour la densité propre et la densité apparente encore spécifiées dans de nombreux pays me semblent surannées. Les ciments Portland qui sont en accord avec une définition exacte et avec des exigences techniques appropriées possèdent nécessairement une densité propre élevée. Au lieu de l'attachment au poids par litre, basé sur l'avis qu'en pratique le ciment et les agrégats sont mélangés grâce à des mesures volumétriques, il serait préférable de se préparer aux mesures en poids. Ceci n'exclut pas, naturellement, les mesures des matériaux en volume pourvu que la densité apparente du ciment et des agrégats aient été préalablement déterminés.

Les spécifications de finesse étaient jusqu'à présent limitées aux valeurs maxima du résidu sur tamis. Personne n'avait l'idée de fixer aussi des valeurs minima, et de spécifier, dans cet ordre d'idées, que les ciments ne devront pas être broyés trop finement. Je suis d'avis que le moment est venu où les spécifications de la grosseur minimum des grains de ciment sont plus importantes que les nomenclatures actuelles qui limitent le résidu maximum. Les exigences sur les qualités de durcissement du ciment sont une suffisante assurance contre le ciment trop grossièrement moulu. Tous les fabricants qui obéissent aux prescriptions actuelles de résistance sont obligés de broyer suffisamment fin. On a cru longtemps qu'il n'y avait pas de limite à la finesse de mouture du ciment, mais les partisans d'une mouture moins fine sont de plus en plus nombreux. Dans beaucoup de cas, ils basent leur opinion sur le fait que le poids le l'unité de volume décroît quand le ciment est moulu trop finement, causant ainsi des difficultés dans le travail, tant que les proportions

de ciment et d'agrégats sont mesurées d'après le volume. D'autre part, on a remarqué que des ciments trop finement moulus font preuve de résistances décroissantes lorsqu'ils sont stockés. Le danger inhérent à la trop grande finesse de mouture du ciment, réside, à mon avis (comme je l'ai indiqué à la récente réunion de l'Association des Fabricants Allemands de Ciment Portland) dans le fait que de tels ciments sont plus sensibles à un excès d'eau que des ciments moulus plus grossièrement. La grosseur des grains de ciment donne, à mon sens, la vraie clef de cette énigme que des ciments Portland de même résistance étalon donnent des résistances variant jusqu'à 100% selon qu'on les emploie en bétons secs ou hydrauliques. J'espère donc que les prochaines nomenclatures de ciment, ayant trait à la composition granulométrique, auront pour bases, moins le résidu maximum sur tamis à mailles relativement grosses que la proportion des grains moulus le plus finement. Ceci est possible, depuis que nous possèdons des appareils dignes de confiance pour mesurer la finesse du ciment par succion ou dépôt au moyen de courants d'air.

Le temps de prise du ciment est à l'heure actuelle généralement déterminé par l'aiguille, en utilisant des mortiers plastiques ou du ciment en pâte pure, mais on ne doit pas oublier que dans la pratique, le ciment est utilisé dans des conditions tout à fait différentes. L'addition d'une plus grande quantité d'eau dans les mortiers ou le béton cause un temps de prise plus long que celui donné par les essais de laboratoire. Il est donc à souhaiter que l'on invente une nouvelle méthode de mesure du temps de prise, mieux adaptée à la pratique. La solution du problème sera difficile. L'introduction des procédés thermiques ou électriques ne sera pas judicieuse, cars ils sont exposés à des variations à un degré beaucoup plus élevé que les méthodes mécaniques actuelles utilisant les appareils à aiguille.

Les exigences relatives à l'état de bonne prise ont été pendant longtemps l'objet de discussions. A l'heure actuelle on admet comme définitif que le durcissement du ciment consiste en une " prise en masse," et que l'eau incluse est en relation avec la température et le degré hygrométrique de l'air ambiant, et l'on conçoit qu'un mortier de ciment n'existe pas et ne puisse pas exister à l'état de prise absolument parfaite. En égard à ce fait, il est évidemment nécessaire de préciser un état de prise minimum pour chaque ciment. Mais que devront être ces nomenclatures? Il est entendu aujourd'hui qu'un essai avec eau froide et au bout de 28 jours n'est pas suffisant, mais il est aussi admis que tous les essais accélérés ne sont pas liés à la pratique et qu'ils sont, par conséquent, de valeur douteuse. Je souhaite que cette question soit résolue par une voie détournée, en faisant usage des spécifications de résistance.

Ceci nous conduit à la question des essais de résistance. Avant de se reporter aux rapports entre l'état de prise et la résistance, quelques remarques générales sur les essais de résistance ne sont pas déplacées. Ayant reconnu qu'en pratique un ciment peut se comporter d'une façon tout à fait autre que celle attendue d'aprés les essais de résistance au laboratoire, il semble nécessaire d'adapter, aussi loin que possible, la méthode d'essai de la résistance aux conditions du travail. Aussi longtemps que le béton damé fut prédominant les essais de mortiers de consistance " terre humide " étaient

indiqués. Cependant les bétons plastiques et hydrauliques sont maintenants plus généralement utilisés dans les travaux modernes de construction. Ceci est, à mon avis, la raison de souhaiter qu'à l'avenir les essais de mortiers plastiques aient une importance croissante. Il est intéressant de noter que, surtout en Allemagne, où jusqu'à présent on a insisté avec ténacité sur les essais de mortiers de consistance terre-humide, une révolution est proche d'après les résultats des nouvelles recherches sur les mortiers plastiques, exécutées par le laboratoire de l'Association des Fabricants allemands de ciment Portland.

J'espère que dans les essais allemands de mortiers plastiques les principales règles de fabrication mécaniques des échantillons seront poussées aussi loin que possible. L'expérience a montré que la confiance dans un essai de résistance a augmenté au même degré que la mécanisation de la méthode d'essai. Ceux qui sont familiarisés avec les méthodes exactes spécifiées par l'Allemagne, et avec les règlements similaires, seront étonnés d'apprendre qu'aux Etats-Unis les échantillons pour essais sont moulés au pouce. Il faut toutefois reconnaître que cette méthode de fabrication des échantillons y a été développée jusqu'à un très haut degré de précision et d'uniformité.

Jusqu'à ces dernières années, les essais de résistance sur des échantillons de ciment en pâte pure étaient considérés, en Allemagne, comme surannés. Suivant les études de Gurt Prussing, il est possible de tirer des conclusions très utiles des essais d'échantillons faits en pâte pure de ciment; de sorte que l'intérêt de ce genre d'essais de résistance se ranimera probablement. Prussing trouva que des échantillons agés de plus de dix ans, conservés dans l'eau, et essayés à la traction donnaient une résistance d'environ 70 kgs par centimètre carré, lorsqu'ils étaient essayés encore mouillés, tandis que la résistance à la traction se réduisait à 25 kgs par cm^2 lorsqu'on laissait sécher les échantillons au préalable. Cette expérience est tout à fait en opposition avec les résultats donnés par les mortiers de ciment et de sable car ces essais font généralement ressortir une augmentation de résistance, lorsque les échantillons ont été gardés à l'air, après une conservation antérieure dans l'eau. Il est évident que de ces essais, on retirera des renseignements intéressants ceux qui étudient le durcissement du ciment.

Sur la question de savoir si l'on doit essayer le ciment à la compression, à la traction ou à la flexion, j'ai, pour ma part, favorisé l'essai à la traction pendant un certain temps et j'ai toujours été opposé à la prédominance croissante de l'essai à la compression, comme l'on fait dans beaucoup de pays d'Europe. Il est certain que l'essai à la compression est d'une plus grande importance dans la pratique, mais l'essai à la compression est sans valeur si un bâtiment se fissure aux points où une résistance élevée à la traction est requise. Les armatures du béton, quoique exactement calculées, ne sont pas capables de s'opposer à un certain allongement à ces points où une résistance élevée à la traction est nécessaire, allongement qui corresponde à l'élasticité des armatures. Le béton entourant les aciers doit, au moins sans se fissurer, s'adapter à l'allongement, et ceci est la véritable raison pour laquelle le béton doit posséder une résistance élevée à la traction et une élasticité élevée.

Il y a cependant encore une autre question qui se pose tant que l'on s'occupe de la résistance à la traction. En augmentant la proportion de chaux dans les matières premières, il en résulte une augmentation de la résistance à la tension et à la compression, mais aussitôt que la quantité de chaux atteint une certaine limite, la résistance à la compression continue de croître, tandis que la résistance à la tension décroit. Ceci se remarque surtout lorsque les échantillons ont été conservés longtemps sous l'eau. Une autre augmentation de la chaux incluse, et il en résulte une diminution de la résistance à la compression, ainsi qu'un état apparent de non prise. Il est, à mon avis, évident qu'il existe certaines relations entre l'état de bonne prise et la résistance aussi bien à la compression qu'à la traction, et je devais indiquer ce phénomène avant d'expliquer que ces points de vue doivent être présents à l'esprit, à l'égard de la bonne prise d'un ciment, et aussi que ces points de vue ne peuvent être obtenus que par la voie détournée de l'essai à la traction.

Il semble pourtant que la parenté entre la résistance et l'état de prise est plus variée encore qu'il paraît d'après la relation entre les résistances à la compression et à la traction. Le phénomène remarquable qui a été révélé notamment par Gensbaur, sur les mortiers de ciment et de sable en les conservant alternativement dans l'eau et dans l'air, et auxquels Prussing s'est référé dans ses essais de ciment en pâte pure, semble augmenter nos connaissances sur les relations mutuelles entre la résistance et l'état de prise. Comme ceci constitue un champ de recherches pas assez défriché, l'importance de ces relations ne doit pas être négligée. Un examen systématique des résultats d'essais sous le contrôle des instituts officiels d'essais de matériaux, mettra en lumière les relations entre la résistance et l'état de prise des ciments. Lorsque ces relations auront été reconnues et confirmées par la recherche scientifique, nous pourrons peut-être imaginer de nouvelles spécifications pour la résistance et l'état de prise des ciments.

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Tarif des Abonnements.

À cause de l'accroissement considérable du prix de revient de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" sous sa nouvelle forme, il est devenu nécessaire d'élever le prix du numéro à 2 schellings. Le prix de l'abonnement annuel (y compris les frais de port pour tous pays) est de 24 schellings. Les abonnés actuels, portés sur nos listes et dont l'abonnement est payé d'avance continueront à recevoir la publication aux anciennes conditions, jusqu'à expiration de leur abonnement.

Les abonnements annuels doivent être adressés à "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, London, S.W.1, Angleterre, et les publications seront adressées par la poste, régulièrement chaque mois, pour la durée de l'abonnement.

Une Usine a Ciment Moderne au Japon.

La découverte de grandes quantités de marne, de pierres calcaires, de craie, dans la baie de Nanao, sur la côte ouest du Japon, à environ 300 kilomètres de Tokio, amena la construction en cet endroit, d'une nouvelle usine à ciment, pendant les années 1927-1929 avec une production annuelle de 150000 tonnes.

L'installation fut faite par Messrs. G. Polysius Aktiengesellschaft, de Dessau; elle est moderne, sous tous rapports, avec une voie de garage s'étendant sur environ 400 mètres le long de la baie de Nanao. La nature de la matière première et les conditions de sa production conduisirent à l'adoption du procédé à pâte épaisse: la Compagnie du Ciment de Nanao fut, en fait, la première firme japonaise qui employa une installation originale utilisant le procédé par voie humide.

La masse de matière brute—marne d'excellente qualité—est concassés près des carrières et envoyée sur wagons à l'usine. Un transporteur à godets la déverse dans des concasseurs qui la dégrossissent un peu plus et de là elle est conduite aux silos surmontant les broyeurs à matière brute, par un convoyeur à bande d'aciers et par des élévateurs.

L'argile vient de la côte opposée de la baie de Nanao; elle est amenée dans des chalands tirés par un remorqueur à vapeur, déchargée par une grue et déversée ensuite par une grue tournante avec mat de décharge dans une trémie qui la répartit dans deux moulins laveurs. Le limon résultant de l'addition de l'eau se déverse du moulin laveur, par un puisard, dans un double compresseur qui le refoule à l'air comprimé dans des réservoirs au dessus des moulins à matière brute.

La matière calcaire utilisée pour la correction est envoyée à l'usine d'une carrière située à plus de 10 kilomètres, par un funiculaire; elle est dégrossie par un broyeur spécial, puis amenée par des élévateurs jusqu'aux silos situés au dessus des moulins à matière brute.

La marne, le calcaire et le limon d'argile sont déversés dans deux moulins " Solo " à trois compartiments qui ont environ 2 m, 20 de diamètre et 12 m, 80 de longueur; on y ajoute de l'eau dans les proportions voulues et les matières sont réduites en pâte. On pompe alors cette pâte avec deux compresseurs à double effet et l'envoie dans huit réservoirs en acier où elle est malaxée par un appareil mélangeur pneumatique, automatique, et dont l'arrivée d'air est contrôlée par une soupape " Regulex." La pâte finie, poussée sous pression par deux compresseurs à double effet, passe dans des silos et de là dans les fours.

L'installation comporte deux fours " Solo " d'environ 70 mètres de long; la matière est séchée, cuite, clinkérisée et refroidie en une opération continue. A la différence des fours à refroidisseurs séparés situés au dessous, le four " Solo " est monté au niveau du sol de sorte qu'il n'y a pas de marches ou de plateformes qui interviennent dans la surveillance de la cuisson.

La commande élastique " Pol " et le dispositif de graissage auto-

alimentateur et à refroidissement par eau assurent de la part des rouleaux un travail régulier et satisfaisant. La zone de refroidissement est munie de refroidisseurs, qui servent à la fois à refroidir le clinker et à réchauffer l'air de combustion sans empêcher l'observation de la marche de la cuisson. Des grilles à air règlent le passage de l'air nécessaire à la combustion, et des bagues d'étanchéité empêchent qu'il se produise un courant d'air trop grand entre la chambre à fumées et le four.

Le charbon nécessaire pour chauffer le four est séché dans deux tambours sécheurs à charbon et broyé par deux broyeurs " Solo " à trois compartiments. Des pompes à air comprimé l'envoient dans les silos du four: un engrenage d'extraction à double vis sans fin l'envoie dans les tuyaux du brûleur et des ventilateurs le soufflent sous une pression élevée dans les fours. A cause du pourcentage élevé de matière volatile dans le charbon, il fallut réaliser un dispositif spécial pour les tuyaux du brûleur.

Des transporteurs à secousses et des élévateurs font passer le clinker dans le magasin de dépôt du clinker; deux transporteurs à bande d'acier, situés sous le magasin, peuvent en enlever en différents points. Des élévateurs transportent le clinker jusqu'à des bascules automatiques puis jusqu'à des silos situés au dessus des moulins à ciment. L'écoulement du clinker et du gypse dans les fours est commandé par des alimentateurs à sole tournante. Les deux moulins sont du type " Solo " à trois compartiments et ont la même grandeur que les moulins à matière brute, soit environ 2 m 20 de diamètre et 12 m 80 de longueur; ils broient le clinker et le gypse jusqu'à en faire un ciment tout à fait fin. Le ciment fini est envoyé sous pression, par des pompes pneumatiques, au dépôt de ciment qui se compose de six silos cylindriques de 10 m à 20 m de diamètre environ.

L'ensachage et l'expédition du ciment sont effectués par des machines automatiques pour la mise en sacs et en barils et par un engin de chargement convenable.

Un système collecteur de poussière assure à l'installation de mouture une marche pratiquement sans poussière, de sorte qu'on évite les pertes de matière et les anicroches dans la marche, imputables aux poussières. Un laboratoire très bien monté, avec des fours rotatifs expérimentés permet un contrôle constant du procédé de fabrication. Des ateliers de réparation, une fabrique de barils, l'installation de compression et de transformation complètent l'usine. Lors de la construction de l'usine, on envisagea la possibilité d'extensions futures et les constructions ont été établies de sorte que le montage d'un broyeur à matière brute ou d'un broyeur à ciment supplémentaire puisse être effectué sans avoir à exécuter d'autres constructions.

L'idée maîtresse qui dirigea l'établissement de la machinerie fut de commander plusieurs phases du travail par une seule grande machine pour rendre pratiquement automatique toute la suite des opérations de fabrication à l'aide d'une installation de transporteurs mécaniques ou pneumatiques. C'est ce qui explique qu'il n'y ait besoin que de 25 hommes par équipe seulement, pour faire marcher les machines.

Fig. 1 (voir page 36) Bénédiction des fours rotatifs, au début du montage; Fig. 2 (voir page 37) Vue générale des usines, côté Littoral; Fig. 3 (voir page 38) Moteurs de commande pour broyeurs de la matière première et broyeurs de ciment; Fig. 4 (voir page 38) Monte-jus pour la manutention pneumatique du limon; Fig. 5 (voir page 39) Distributeurs " Regulex " pour malaxage automatique du limon, à air comprimé; Fig. 6 (voir page 39) Fours " Solo " avec chauffage au charbon pulvérisé; Fig. 7 (voir page 40) Broyeurs " Solo " pour ciment, brevets allemands et étrangers; Fig. 8 (voir page 40) Filtre tubulaire pour le dépoussièrage des broyeurs de ciment.

Le four rotatif dans la fabrication du ciment.

Par W. Gilbert, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

ON se propose dans cette série d'articles de traiter du four rotatif, principalement au point de vue du rendement et de l'économie de combustible et on essaiera d'élucider les lois qui régissent la transmission de la chaleur des gaz chauds aux matières brutes dans le four et des clinkers chauds au courant d'air dans le refroidisseur.

Pour obtenir le maximum de rendement avec la consommation minimum de combustible il faut prendre très soigneusement en considération un certain nombre de détails que nous allons, dans la mesure du possible, énumérer et discuter. Dans ce but et comme cadre de cet article, nous allons considérer un four rotatif à procédé par voie humide de 61 m. de longueur, dimension souvent employée dans ces dernières années, bien que, comme chacun le sait, on utilise actuellement des fours beaucoup plus longs. La fig. 1 représente une élévation type. On peut se rendre compte des caractéristiques principales en consultant le tableau de référence (voir page 41); les références à ce diagramme sont les suivantes: A, four rotatif; B, zone de clinkérisation élargie; C, refroidisseur rotatif; D, coiffe du four; E, tuyau de combustion du charbon; F, déversoir des clinkers, en brique; G, sole du four; H, réservoir d'alimentation en matières premières; J, conduite d'alimentation des matières premières au four; K, transporteur à courroie pour clinker refroidi; L, conduites pour les fumées du four; M, soupape de régulation; N, cheminée de 45 m. 75 de hauteur). Dans la description qui suit, les chiffres qui sont donnés peuvent être considérés comme représentant les caractéristiques du type de la bonne pratique courante.

Le four a généralement 2 m. 60 de diamètre compté à l'intérieur des plaques enveloppes; la zone de clinkérisation a 3 m. 05 de diamètre et 11 m. 90 de long. Le refroidisseur a 4 m. 85 de diamètre et 20 m. 15 de longueur. Le four est incliné à 1 en 24: il est porté par quatre bandes de roulement et fait approximativement 0,85 tours/minute. Dans le four à procédé par voie humide, la matière brute entre sous forme de pâte par la conduite marquée J et descend lentement dans le four, prenant environ 2 h 30 mn pour aller d'un bout

à l'autre. L'humidité disparaît, le CO^2 est entraîné et la matière restante clinkérisée; la température maximum atteinte dans la zone de clinkérisation est d'environ 1370° cent. La matière peut occuper dans le four environ 7½% du volume total compté à l'intérieur du revêtement. La matière sortant du four à la température de 1200°, traverse le refroidisseur et est déversée sur le transporteur à courroie à la température de 93° cent., ou au dessous. Le refroidisseur tourne à 5 t/m.

Le four est alimenté par du charbon bitumineux pulvérisé qui entre à la partie inférieure par le tuyau de combustion E. L'air fourni pour la combustion du charbon n'est pas en général de plus de 5 à 10% en excès sur la quantité nécessaire à la combustion complète calculée d'après l'analyse du charbon

De toute la quantité d'air fournie, environ 20% peuvent servir à l'injection du charbon dans le four; le reste est aspiré au travers du refroidisseur où il refroidit le clinker et est en retour réchauffé, il entre ainsi dans le four à une température d'environ 425° centigrade

A bien considérer les quantités d'air et de charbon fournies on peut dire que le four, avec zone de clinkérisation élargie aura un rendement de 8 tonnes par heure. En se servant d'un charbon sec d'une puissance calorifique de 12600 B T U par livre la consommation de combustible peut être de 27% de la quantité de clinker produite, d'où

$$\text{Charbon par heure, en tonnes} \quad \frac{27 \times 8}{100} = 2{,}16 \text{ tonnes}$$

$$\text{et charbon par minute en Kgs} \quad \frac{2{,}16 \times 1\,000}{60} = 36 \text{ Kgs}$$

L'air nécessaire à la combustion, y compris les 10% en excès sera de 10 Kgs par kg de charbon (environ), d'où

Air par minute = 360 Kgs

Comme nous l'avons dit précédemment, cette quantité se répartit comme suit:

Pour l'injection du charbon pulvérisé (environ 20%)	72 Kgs
Remontant le refroidisseur	288 Kgs
Total	360 Kgs par minute.

Dans un four pourvu d'un nombre modéré d'élévateurs de pâte, la température des gaz brulés sera d'environ 400° cent Jusqu'à une date relativement récente on n'admettait pas que la température des gaz d'échappement d'un four à procédé par voie humide pouvait atteindre cette valeur; l'attention ayant été appelée sur ce sujet on s'efforça de la réduire, et nous verrons plus tard avec quel succès.

Bilan Thermique Type.—On peut se rendre compte de la manière dont la chaleur dégagée par le charbon est utilisée ou perdue, à l'aide du Bilan Thermique que nous donnons ci-dessous sous une forme condensée:

		En % du clinker.
(1)	Chaleur necessaire à l'évaporation de l'humidite de la bouillie (40%) à 100° cent	8,86
(2)	Chaleur necessaire à la décomposition du $Ca\,CO^3$ à 900° cent	7,10
(3)	Perte par irradiation du four et du refroidisseur	3,76
(4)	Perte de chaleur des clinkers à la sortie du refroidisseur	0,24
(5)	Chaleur entraimee par les gaz d'echappement (à 400° cent) comprenant les produits de la combustion, la vapeur provenant de la bouillie et le CO^2 de la matière premiere	8,00
	Total	27,96
	A déduire pour la reaction exothermique pendant la clinkerisation	1,50
	Consommation moyenne du charbon dans le four, %	26,46

Les differents facteurs qui constituent le bilan thermique seront étudies en détail dans un prochain article

On s'est servi comme charbon type, de charbon sec de 7000 calories ou 12600 B T U. par livre et les quantités de chaleur sont exprimees commodement, dans le but d'essais de fours rotatifs, en charbon standard compte en pourcentage de la production de clinker

Ainsi, dans l'article 5 du bilan thermique, la perte par les gaz est de 8 tonnes de charbon standard pour une production de 100 t de clinker On exprimera en général ce résultat en disant que la perte par les gaz d'echappement est de 8% du clinker Si le four produit 8 tonnes de clinker à l'heure, cette perte est de

$$8 \times 2240 \times \frac{8}{100} \times 12600 = 18063360 \text{ B T U à l'heure}$$

La perte par les gaz et les pertes semblables sont comptées à partir d'une température de 15,5° cent et le pouvoir calorifique du charbon est mesuré à partir de la même temperature On obtient la consommation en charbon standard de n'importe quel four à partir de la consommation de charbon mesurée par des corrections convenables sur l'humidite et le pouvoir calorifique du charbon employe dans chaque cas particulier

On peut considerer les chiffres cites comme traduisant l'activité du four rotatif type de 61 m de long en bon ordre de marche et contenant environ 37 m^3 d'élevateurs de bouillie L'auteur a pris ces chiffres d'après les résultats d'expériences soigneusment conduites s'etendant sur une période de plusieurs semaines

Détails du Four.—Nous allons dans ce qui suit nous occuper plus particulièrement de quelques-uns des plus importantes détails qui intéressent la bonne activité du four.

Alimentation en Pâte.—Il serait souhaitable d'avoir un appareil sur lequel on pourrait se fier pour alimenter le four en pâte de façon uniforme. Quand le four est en plein rendement, un excès de pâte dû à une alimentation irrégulière, arrivant dans la zone de clinkérisation ne peut pas toujours être

clinkérisée de façon satisfaisante. Il peut même arriver parfois qu'on soit obligé d'arrêter le four et de gaspiller ainsi beaucoup de charbon.

Nous allons décrire ci-dessous 2 types bien connus d'alimentateur.

(1) **Orifice réglable à tête constante.**—Cet appareil est représenté par la fig. 2 (voir page 44), les explications de ce dessin sont les suivantes. (A) Réservoir d'alimentation à pâte. (B) Filtre métallique. (C) Conduite d'alimentation de la pâte venant des pompes. (D) Tuyau de trop plein aboutissant aux mélangeurs. (E) Orifice d'évacuation et tiroir. (F) Levier de commande et secteur gradué. (G) Branchement d'évacuation. (H) Récipient de mesure à pâte. (I) Bouchon de bois et poignée. (J) Récipient de trop plein. (K) Conduite alimentant le four. Les lettres de référence et le tableau correspondant montrent clairement la disposition générale.

La hauteur de pâte est maintenue à 76 cms. environ. L'alimentation est réglée par le levier de manœuvre G qui se déplace le long d'un quadrant gradué en découvrant plus ou moins un orifice allongé ménagé dans une plaque de cuivre glissante.

Dans son trajet vers le four, la pâte passe dans le récipient de mesure H; normalement le bouchon conique en bois n'est pas en place mais quand on a besoin de faire une mesure du degré d'alimentation, on met rapidement le bouchon en place et on mesure avec un chronométre le temps que met la pâte à remplir le vase jusqu'an niveau du trop-plein. Pour que le calcul soit complet, il faut connaître la capacité du récipient de mesure de la pâte en fonction du clinker équivalent. En tant que contrôle du rendement du four, la mesure est seulement approximative.

L'auteur de ces lignes a souvent expérimenté ce type d'appareil et trouva généralement que le taux d'alimentation, avec une ouverture d'orifice bien définie, quoique souvent uniforme, pouvait varier de 5 à 8% dans une période de 24 heures. Il arriva même qu'il fut témoin de plus grandes variations, mais il faudrait une série d'expériences s'étendant sur une très grande période pour avoir une explication convenable de ce résultat.

Puisque le manque d'uniformité dans l'alimentation en pâte réduit le rendement du four, les directions d'installations où ce type d'appareil est en service pourraient utilement entreprendre une série de travaux de recherche. Pour régler le taux d'alimentation le brûleur du four doit aller de la plateforme du brûleur jusqu'au réservoir d'alimentation en pâte, mais ceci n'est pas un gros inconvénient car les ajustements ne devraient pas souvent être nécessaires et ne sont pas à désirer. Si le four doit être arrêté, pour une cause quelconque, comme par exemple pour une mesure temporaire, le branchement G peut être détourné à l'aide d'un fil métallique commandé de la plateforme du brûleur, et la pâte d'alimentation retourne alors aux mélangeurs par la conduite de trop plein.

Les avantages de ce type d'alimentateur à pâte sont: (*a*) son bon marché relatif et (*b*) sa manœuvre qui ne nécessite pas de puissance.

(2) **Alimentateur rotatif.**—L'alimentateur représenté sur la fig. 3 (voir page 46) mesure un volume bien défini de pâte, par rotation, de sorte que sa précision essentielle n'est pas influencée par une variation normale de la fluidité de la pâte. (Les explications de la fig. 3 sont les suivantes; (A) réser-

voir d'alimentation en pâte à deux compartiments; (B) conduite d'arrivée de la pâte; (C) orifice de trop plein; (D) augets à pâte; (E) tambour central conduisant à l'autre compartiment du réservoir; (F) niveau normal de la pâte; (G) bord de l'orifice de trop plein; (H) renvoi de la pâte aux mélangeurs; (I) conduite d'écoulement de la pâte vers le four.

Les lettres de référence et le tableau expliquent clairement les dispositions générales. On pompe dans un des compartiments du réservoir d'alimentation de la pâte en excès sur les besoins du four : le surplus s'échappe par un orifice (C) situé à une extrémité. Le niveau de la pâte dans le réservoir est en gros celui de la base (G) de l'orifice (C). Chaque auget déverse un volume de pâte bien défini dans un compartiment du tambour central (E). À une extrémité de ce compartiment, elle passe dans un second compartiment du réservoir, et de là au four par la conduite d'écoulement (I). La roue à augets est entraînée généralement par un moteur à engrenage, tournant à 15 tours/minute.

La commande de la vitesse (et par conséquent du degré d'alimentation en pâte) par un contrôleur à vitesse variable, commandé de la plateforme du bruleur, n'est pas absolument satisfaisante, et avec le courant alternatif, il y a quelque difficulté à obtenir un champ suffisant de variation de vitesse, bien qu'il n'y ait besoin que d'une faible alimentation quand on remet le four en marche après un arrêt prolongé.

Une méthode alternative consiste à faire varier verticalement le bord inférieur (G) de l'orifice de trop plein au moyen d'une plaque glissante, commandée par une vis. En abaissant le niveau de la pâte dans le réservoir d'alimentation on peut obtenir un faible taux d'alimentation pour la mise en route, avec la vitesse habituelle du moteur entraîneur. Il n'y a besoin sur la plateforme du bruleur que d'un commutateur pour mettre en marche ou arrêter le moteur.

On n'a pas l'habitude en pratique d'avoir toujours une méthode pour obtenir rapidement, à n'importe quel moment, le volume de pâte déversé par la rotation de l'alimentateur rotatif de sorte que l'uniformité de l'alimentation dans les conditions variable d'humidité et de fluidité de la pâte est généralement supposée et probablement à bon droit.

Alimentation en Charbon.—Nous admettons que le charbon a été séché à 1% d'humidité, broyé jusqu'à admettre un résidu de 10% au tamis de 4900 et emmagasiné dans une trémie suspendue au-dessus de la plateforme du bruleur. La fig. 4 montre une bonne disposition de l'alimentation en charbon (voir page 17). Les explications de la fig. 4 sont les suivantes: (A) trémie à charbon pulvérisé; (B) porte coulissante; (C) vis d'alimentation en charbon, deux; (D) enveloppe circulaire pour chaque vis; (E) trompe de Venturi pour l'alimentation en charbon; (F) tuyau de combustion du charbon, allant au four). L'ouverture au fonds de la trémie ne doit pas avoir moins de 0m,60 à 0m,45; on emploie deux vis: elles peuvent extraire jusqu'à 70% du volume déterminé par leur diamètre et leur pas. En dehors de la trémie, le pas est augmenté. Les vis sont en général mues par un mécanisme à vitesse variable qui permet d'ajuster parfaitement le nombre de tours par minute dans des limites de 2 à 1, ou similaires. On emploie souvent un changement de vitesse Reeves on un disque à frottement. Les vis déversent le charbon dans une trompe en forme d'entonnoir E sise dans le tuyau de combustion. Le partie où entre

le charbon est une zône où l'air est animé d'une grande vitesse, par conséquent zone de basse pression; donc par un dispositif convenable, on peut arriver à réaliser une légère succion sur les vis d'alimentation.

L'expérience a montré que le charbon a une tendance à se tasser, très serré, à la base de la trémie (A) et qu'il reste ainsi suspendu en partie, de sorte que, quelquefois, les vis d'alimentation ne fournissent pas le volume de charbon que l'on serait en droit d'attendre de leur diamètre et de leur pas. Ce déficit est encore augmenté si le charbon n'est pas convenablement séché. Quand ceci se produit, on le remarque par une baisse de température dans la zone de clinkérisation et sans cause apparente. De plus, si on laisse la trémie se vider en partie, il peut se former un creux en bas et dans le milieu; au bout de quelque temps, les parties qui sont à la périphérie tombent, et le charbon finement broyé a une tendance à couler comme de l'eau au-delà des vis d'alimentation et ainsi jusqu'au tuyau de combustion. L'excès de l'alimentation en charbon est indiqué par une émission de fumées noires au haut de la cheminée.

Sur le dessin représenté par la fig. 1 l'emploi de deux vis d'alimentation placées aussi près que possible de la base d'une ouverture relativement large, diminue beaucoup la tendance du charbon à rester suspendu; on y a ménagé des trous de ringard. L'afflux du charbon est empêché en partie, par la réduction au minimum de l'espace entre la vis et l'enveloppe (D). Cette dernière devrait être percée de trous. Même dans ce cas le ruissellement du charbon ne peut pas toujours être empêché, on trouve alors qu'il est désirable et généralement efficace, d'avoir une trémie toujours pleine ou presque pleine.

On a employé d'autres dispositifs très variés pour empêcher le ruissellement du charbon, mais l'auteur a trouvé que la disposition relativement simple montrée sur la fig. 4 était tout à fait satisfaisante à condition de faire attention aux points indiqués précédemment.

Bec du tuyau de combustion.—Le charbon peut arriver dans le four par un bec de 18 cm. de diamètre, la vitesse de l'air étant d'environ 16 m. à la seconde et la température de 66° cent. On a juste besoin d'un simple bec circulaire bien qu'on ait essayé d'autres formes variées. Si ces conditions sont remplies la zone de clinkérisation se forme le long du four dans une position convenable. Si le charbon est sec et finement pulvérisé et qu'on emploie pour l'injection de l'air chaud, il se peut que l'ignition se produise un peu trop tôt. Dans ce cas la position de la zone de clinkérization n'est pas suffisamment éloignée de l'extrémité de sortie du four, pour permettre au bruleur de s'occuper du clinker relativement peu cuit

Controle de la Cuisson.—Le chauffeur se tient à la partie basse du four et surveille l'opération de clinkérisation par un orifice ménagé dans l'enveloppe du four; il utilise un carré de verre teinté. Son rôle principal est de veiller à ce que la matière, à l'endroit où commence ordinairement la clinkérisation, c'est-à-dire à environ 6 mètres de l'extrémité du four, ait atteint la bonne température; il s'en rend compte à la couleur. Il faut que le chauffeur puisse voir la matière dans une zône de 4 m 50 à 6 m en deça de la zone de clinkérisation, et sur cette longueur, la couleur change à vue d'oeil, atteignant le blanc quand la clinkérisation devient complète.

Avec une alimentation en pâte uniforme adaptée à une vitesse convenable du four, on pourrait s'attendre à ce que la vitesse de rotation des vis d'alimentation en charbon reste sensiblement uniforme. Il peu arriver quelquefois dans le procédé par voie humide, que cette uniformité ait lieu pendant deux ou trois heures, ou même plus. L'équilibre peut être détruit par le charbon pulvérisé qui reste un peu suspendu dans la trémie d'alimentation ou bien par un anneau de clinker qui se brise et permet ainsi à un excès de matière de descendre le long du four. Si le chauffeur s'aperçoit que la matière qui s'approche de la zone de clinkérisation est à une température trop basse, il augmente ordinairement l'alimentation en charbon en même temps qu'il réduit la vitesse du four. La vitesse d'avancement de la matière vers la zone de clinkérisation (ordinairement, de l'ordre de 10 cms par minute pour un four de 61 mètres) se trouve alors ralentie et la température de la zone de clinkérisation monte légèrement: puis, au bout de quelques minutes, les conditions redeviennent généralement normales sans qu'aucune matière insuffisamment cuite ait quitté le four.

Cependant, dans un four travaillant à plein rendement, il n'est pas facile de donner à la matière près de la zone de clinkérisation, ou même dans cette zone, un gros supplément de chaleur à cause du manque de temps et de surface. La plus grande partie de la chaleur produite par la combustion du charbon supplémentaire est transmise à la matière, plus loin, en descendant le four. Si la quantité de charbon supplémentaire excède de 10% la quantité normale, il se peut qu'il n'y ait pas assez d'air pour la combustion totale; des fumées noires apparaissent alors au haut de la cheminée.

Pour une perte ordinaire de chaleur dans la zone de clinkérisation il n'est pas nécessaire de réduire l'alimentation en pâte, puisque la matière met environ 2 h 30 mn à parcourir le four; donc une réduction temporaire de l'alimentation en pâte n'aurait aucune influence sur la situation dans la zone de clinkérisation avant que le four ait repris depuis longtemps sa température normale. Cependant, l'auteur a été témoin de grandes pertes dans la production du clinker occasionnées de cette façon.

Inclinaison et vitesse du four; volume de la charge.—Pour un four à procédé par voie humide de 61 m. de long comme ceux que nous considérons actuellement, l'inclinaison est en général de 1 en 24 et la vitesse de 0,85 t/m.

La pratique montre que la charge dans le four, une fois sèche, prend la position indiquée sur la fig. 5, où A C B est incliné suivant la pente naturelle de la matière, et que le volume de la charge réprésenté par sa section transversale A C B D peut être environ 7,5% du volume du four compté à l'intérieur des garnitures. Ceci, pour une zone de clinkérisation de dimensions normales. En raison de la rotation du four, la matière constituant la charge circule dans le sens indiqué par les flèches.

Si l'on suppose par exemple que toute la matière, tout le long du four est sèche, et ne subit aucune modification chimique, il est évident que:

$$\frac{\text{Charge totale en tonnes}}{\text{alimentation par heure en tonnes}} = \text{Durée du passage de la matière dans le four en heures.}$$

Pour un four moderne à procédé par voie humide, il faut faire le calcul separément pour chaque zone, c'est-à-dire (*a*) évaporation, (*b*) élévation de la température, (*c*) décomposition de CO^3Ca et

(*d*) élévation de la température. Pour un four de 61 m. de long avec un volume de charge de 7,5%, le temps nécessaire se chiffre à 2 h 30 mn

Puisque l'expérience a montre que le rendement d'une série de fours rotatifs de dimensions variables dans une large échelle était sensiblement proportionnel au volume compté a l'intérieur des garnitures, et si nous admettons que le rapport de la charge au volume soit le même dans tous les cas (7,5% par exemple) il s'en suit que la matière traverse tous les fours, courts ou longs, dans le même espace de temps, soit 2 h 30 mn Nous nous proposons de vérifier cette proposition par l'expérience et de revenir sur ce sujet dans un prochain article

Une legere augmentation de la vitesse réduirait la durée du séjour de la matière dans le four et par conséquent le volume de la charge De même une legère diminution de l'inclinaison augmenterait la durée du séjour de la matière dans le four et augmenterait le volume de la charge Il est donc évident qu'il existe respectivement une série de valeurs pour l'inclinaison du four et sa vitesse qui retiennent un volume de charge de 7,5%

Beaucoup de fours anciens de 46 à 61 m de long étaient entraînés sur leur ligne d'axe par deux séries de poulies fixes et folles qui lui imprimaient une grande vitesse de 1 tour/minute et une petite vitesse de 0,5 tour/minute Plus tard, la plupart des fours furent entraînés par une ceinture, attaquée par un moteur tournant lentement et dont la vitesse pouvait varier de 1 a 2 environ

Methode de Transmission de la Chaleur.—La surface (ACB) de la charge reçoit directement par convexion la chaleur des gaz chauds, elle reçoit aussi la chaleur par irradiation de la partie (AFB) de la circonférence du four La surface (ADB) de la charge reçoit la chaleur par convexion par irradiation et par conduction Nous nous proposons dans un prochain article de nous occuper de la valeur des échanges de chaleur dans les fours actuels

Connexion Entre le Four et le Refroidisseur. Au cours des perfectionnements du four rotatif, il est probable que de toutes les autres parties de l'appareil, ce fut le dispositif par lequel le clinker chaud rouge (ou blanc) est conduit du four au refroidisseur, qui offrit le plus de difficulté La fig 6 (voir page 50) montre un ancien dispositif qui fut, pendant un certain temps généralement employé Les explications qui s'y rattachent sont les suivantes. (A) four rotatif, (B) coiffe du four, (C) refroidisseur, (D) trémie de déversement du clinker, en tôle, (E) coiffe du refroidisseur, (F) tuyau d'aspiration de l'air venant du ventilateur pour la combustion du charbon, (G) bagues d'étanchéité de la coiffe du four, (H) bagues d'étancheite de la coiffe du refroidisseur, (I) porte de déchargement de ce qui s'est déverse La trémie (D) devrait servir à la fois à conduire le clinker chaud du four au refroidisseur et l'air réchauffé du refroidisseur au four

À ce moment, on ne comprenait pas bien, en général, les lois régissant l'écoulement de l'air Dans la coiffe du four, le courant d'air dû à la cheminée du four, était juste suffisant pour entraîner à travers la trémie, une quantité d'air relativement faible En conséquence, celle-ci devenait rouge et bientôt se brûlait. On fournit alors au fours de l'air additionnel en accouplant le tuyau d'aspiration venant du ventilateur pour la combustion du charbon, à la coiffe du refroidisseur E, mais cet arrangement fut rendu bien plus mauvais

qu'il n'avait besoin de l'être à cause de la nature grossière des bagues détanchéité des coiffes du four et du refroidisseur. La bague du four consistait en une plaque annulaire d'une section d'environ 150 mm sur 9 mm 5. Elle était ajustée autour de l'extrémité du four et boulonnée sur la face de la coiffe. La plaque était divisée en quatre quadrants dont chacun pouvait être ajusté séparément à la circonférence du four puisque les trous de boulons étaient percés. Quand le four était neuf et rigoureusement circulaire à l'endroit de la bague et si l'extrémité du four roulait franchement sur les rouleaux supports, l'étanchéité était satisfaisante. Cependant, à cause de la chaleur, l'extrémité du four se déformait bientôt et les quadrants de la bague d'assemblage se trouvaient repoussés, laissant de grandes fentes; le résultat était que l'air froid entrait dans la coiffe du four par ces fissures plus facilement que l'air chaud ne pouvait monter par la trémie de déversement du clinker.

Dans la coiffe du refroidisseur (E) les conditions étaient presque les mêmes. Le tuyau (F) établissait un courant d'air dans la coiffe du refroidisseur et l'air froid entrait dans la coiffe par les fentes laissées par la bague d'étanchéité plus facilement qu'il ne pouvait arriver à travers le refroidisseur, ceci, surtout parce que l'orifice à l'extrémité du refroidisseur était obstrué sur une grande portion, par la partie inférieure de la trémie de déversement du clinker. Le résultat final était qu'une très petite partie de l'air nécessaire à la combustion venait du refroidisseur et que la chaleur du clinker à la sortie du four était gaspillée à rougir l'enveloppe du refroidisseur et à brûler les cannelures en cascade aménagées à l'intérieur du refroidisseur. Le clinker quittait aussi le refroidisseur à une température relativement élevée.

L'emploi de cheminées plus hautes et par conséquent la production de courants d'air plus importants dans la coiffe du four, n'améliora pas les choses, tant que les fuites des bagues d'etanchéité ne furent pas éliminées. L'auteur fit des expériences sur deux ou trois anciens fours dans lesquels 75% de l'air nécessaire à la combustion étaient fournis, soit par le bec de combustion du charbon, soit par les entrées d'air froid par les fissures dans la coiffe du four. De telles entrées d'air réduisaient d'autant l'air réchauffé qui pouvait être admis à travers le refroidisseur, et la proportion de chaleur récupérée du clinker chaud était diminuée d'autant.

Chaleur du Clinker a la Sortie du Four.—Si la quantité de chaleur incorporée au clinker à la sortie du four est entièrement perdue, on peut calculer l'augmentation de consommation qui en résulte, de la manière suivante:

La chaleur récupérable dans une tonne de clinker, calculée pour une différence de température de 1200 degrés centigrades à 94° centigrades avec une chaleur spécifique de 0,24 est:

$$\frac{1106 \times 0{,}24 \times 1017}{7000} = 38{,}7 \text{ Kgs de charbon standard.}$$

Exprimée en relation avec la quantité de clinker produit, cette quantité devient

$$\frac{38{,}7 \times 100}{1017} = 3{,}81\%.$$

Cependant, ce n'est pas tout, puisqu'on doit bruler du charbon supplémentaire dans le four pour remplacer la perte de chaleur par le clinker; de cette chaleur supplémentaire, environ 20% montent par la cheminée sous forme de gaz perdus, de sorte que l'augmentation de consommation du charbon due à l'incapacité du refroidisseur à récupérer la chaleur du clinker est de:

$$\frac{3{,}81}{0{,}80} = 4{,}76\% \text{ du clinker.}$$

Donc, sans refroidisseur, la consommation de charbon standard du four dont on a donné plus haut dans cet article le bilan thermique monterait de 26,45 à 31,21%.

Perfectionnements Modernes.—Ce fut un progrès considérable, lorsqu'on adapta aux coiffes du four et du refroidisseur des bagues d'étanchéité s'ajustant d'elles-mêmes et qu'on envoya au refroidisseur un courant d'air forcé. La partie supérieure du refroidisseur fut aussi garnie de briques réfractaires sur un tiers environ de sa longueur. En forçant le passage à travers le refroidisseur de la quantité convenable d'air nécessaire à la combustion dans le four (moins tout l'air froid entrant par le ventilateur à combustion du charbon) la perte par irradiation de l'enveloppe du refroidisseur fut considérablement réduite et le clinker suffisamment refroidi à sa sortie du refroidisseur. Les détériorations aux parties métalliques inférieures du refroidisseur et à la trémie de déversement du clinker furent aussi évitées. Des installations de fours vraiment efficaces ont été établies sur ces données.

Pendant ces queques dernières années, cependent, on prit l'habitude d'employer un déversoir à clinker, entièrement composé de briques réfractaires, il laisse un large passage à l'air entre le four et le refroidisseur et n'a besoin de réparations que très rarement. Ce dispositif est indiqué sur la fig. 7 (voir page 53) dont les explications sont les suivantes: (A) four rotatif; (B) coiffe du four; (C) refroidisseur; (D) déversoir à clinker en briques; (E) Barres de fer supportant la voûte en briques; (F) bague d'étanchéité de la coiffe du four; (G) bague d'étanchéité de la coiffe du refroidisseur; (H) passage pour le clinker répandu. Pour un four de 61m, la surface minimum de la section du déversoir en briques réfractaires doit être d'environ 2 m²,75.

La plaque d'acier de la bague d'étanchéité de la coiffe du four a un diamètre intérieur plus grand que le diamètre extérieur du four de 5 cms environ et elle se déplace librement entre deux cornières courbées en anneau qui sont rivées sur l'enveloppe du four. La circonférence extérieure de la bague d'étanchéité s'adapte facilement à une cornière courbée en anneau qui est rivée sur la coiffe du four. Il est évident que l'extrémité du four peut dévier très sensiblement de sa position ou de son axe longitudinal sans diminuer l'efficacité du dispositif.

Perte de Combustible Dans les Anciens Fours.—En Angleterre, les premiers fours rotatifs, en particulier ceux à procédé par voie humide avaient approximativement 30 mètres de longueur. Nous avons déjà vu qu'à cause des fuites excessives de la bague d'étanchéité et de la section réduite offerte au passage de l'air entre le four et le refroidisseur, la chaleur du clinker à la sortie du four était perdue pour la plus grande partie. L'air froid qui entrant par les jours était aussi la source d'une perte de chaleur ultérieure. A cause de l'emploi de hautes

cheminées en brique, et du courant d'air qui en résultait et qui se faisait sentir dans la coiffe du four, les fissures autour de la bague d'étanchéité provoquaient dans beaucoup de cas un excès de 40 à 50% d'air sur la quantité nécessaire à la combustion. L'excès d'air augmentait à la fois la quantité et la température des gaz perdus et ainsi la perte par les gaz d'échappement. Donc, pour les causes indiquées ci-dessus et pour d'autres auquelles nous nous rapportons ci-dessous, la consommation de charbon standard des anciens fours à procédé par voie humide variait généralement entre 34 et 38%. Depuis cette période, la principale réduction dans la consommation de charbon dans des fours dont la longueur variait de 30 à 76 mètres, ne fut pas dûe à un accroissement de la longueur, mais à d'autres causes dont les plus importantes sont résumées ci-dessous :

(*a*) Meilleure récupération de la chaleur du clinker à la sortie du four.

(*b*) Réduction à 5% environ de l'excès d'air utilisé pour la combustion.

(*c*) Les détails mécaniques du four et du refroidisseur et de l'installation auxiliaires ont été progressivement améliorés, ce qui rend actuellement plus facile le marche continue du four et nécessite moins de charbon pour chauffer et réchauffer le four.

(*d*) Les fours plus longs, qui sont proportionnellement plus larges de diamètre, ont l'avantage que les anneaux de clinker risquent moins d'y persister. Dans les fours de petit diamètre et avec des matières ayant une faible teneur relative en silice, les anneaux de clinker causent de fréquents arrêts, qui ont pour effet d'accroître la consommation du charbon et de diminuer le rendement en clinker.

(A suivre).

NOTE DE L'EDITEUR.

L'EDITEUR du " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " international invite les lecteurs de ce journal à lui soumettre des articles en vue de leur publication. Les manuscrits peuvent lui être adressés en Anglais, Français, Allemand ou Espagnol ; ils seront traduits dans les trois autres langues par des traducteurs spécialistes.

Ces articles auront trait à toutes les nouvelles idées ou développements sur la fabrication, la chimie ou l'essai des ciments, ou à tous les sujets d'un intérêt général pour l'industrie du ciment. On demande aussi des descriptions et des illustrations de nouvelles usines à ciment dans toutes les parties du monde. Chaque contribution au journal donne lieu à une large rétribution.

Les constructeurs de matériel d'usine pour la fabrication du ciment sont également invités à nous soumettre toutes les informations et illustrations se rapportant au nouveau matériel qu'ils auraient construit et à son installation.

Ces articles devront être adressés à : The Editor, " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, Angleterre, sous pli recommandé.

Les nouvelles usines de G. & T. Earle, Ltd., à Hope, Angleterre.

LA fabrication du ciment Portland vient d'être récemment entreprise dans la nouvelle fabrique de G. & T. Earle, Ltd., fabricants en ciment de Hull, Angleterre. L'emplacement a été choisi à Hope, Derbyshire. Il est intéressant de donner ici une notice sommaire sur l'application qu'on y fait des directives inspirées par la pratique courante, et sur les essais qu'on y entreprend concernant l'application des idées nouvelles qui se font jour en Grand-Bretagne.

Pour la première fois, un concasseur giratoire est employé pour la pulvérisation dans une usine à ciment. Les gaz sortants du fours sont conduits directement à travers des ventilateurs aspirateurs de poussière. Dans ces usines trois monte-charges seulement ont été installés. L'un deux élève le charbon des wagons dans les trémies d'emmagasinage, le second sert pour l'emmagasinage du charbon pulvérisé et le troisième sert à restituer au four les poussières aspirées par les ventilateurs. Les procédés de broyage, de pulvérisation, d'alimentation du four en matières premières et de préparation du calcaire se font tous sans l'aide d'élévateurs à godets. Il n'existe pas de tramway en relation avec le lieu d'extraction et de lavage de l'argile. Celui-ci est extrait au moyen d'une pelle mécanique qui le déverse dans un delayeur d'où il est pompé pour être emmagasiné.

L'usine est instalée en vue d'une production de ciment de 3200 tonnes par semaine; elle est arrangée de plus en vue d'une plus grande production future. En visitant l'endroit où elle est située, l'attention se porte immédiatement sur la nature montagneuse du terrain et l'on peut concevoir que l'installation des carrières et du matériel a été déterminée pour une grande part par les contours du terrain. La surface de la carrière est située à l'altitude de 267 m. d'aprés la carte d'État-Major; les usines elle-mêmes finissent avec le moulin pour l'argile à l'altitude de 174 m.; il y a ainsi une différence de 93 m. entre les niveaux extrêmes.

La Carrière.—La carrière possède de la pierre à chaux de haute qualité, pratiquement dépourvue d'humidité et contenant 97% de carbonate de calcium. Une surface ayant une longueur de 214 m. a été ouverte pendant la construction de l'usine en vue de travaux de destruction à la mine à entreprendre sur une grande échelle. Peu avant le commencement de la fabrication, le forage de cette surface était achevé. En une seule opération, on déplaça près de 30000 tonnes de pierre à chaux qui furent concassées en blocs pouvant être soulevés par une grue électrique. Les trous, exécutés avec de bons perforateurs fabriqués par la compagnie elle-même avaient 0 m. 15 de diamètre sur 10 m. 70 de profondeur; on les faisait exploser tous simultanément.

Les blocs de calcaire sont soulevés par une grue électrique ayant une benne de 2,5 m^3 de capacité et se déplaçant sur chenilles. La rotation du bras est obtenue à l'aide d'un mécanisme inclus actionné par un moteur particulier. En fait, chaque mouvement est produit par un moteur séparé. Un moteur de 110 H.P. sert à la montée tandis que la rotation et la préhension sont commandées chacune par un moteur de 40 H.P. Chacun de ces trois mouvement est contrôlé par un

inverseur distinct sur panneau fixe avec enclanchement mécanique et électrique et relais de surcharge. Les appareils d'embrayage fonctionnent à l'air comprimé demandant ainsi un minimum d'effort de la part de l'opérateur. Les moteurs sont ainsi protégés complétement par le contrôle dont ils sont pourvus. Ils peuvent donc fonctionner pendant un temps considérable sans subir la moindre avarie.

Les deux locomotives électriques sur rails employées pour le transport du calcaire depuis la surface de la carrière jusqu'aux broyeurs sont actionnées chacune par deux moteurs de 27 H.P. Elles peuvent monter un chargement de 50 tonnes le long de la pente la plus raide de la carrière, qui est de 1/50 avec une vitesse de 16 kms à l'heure. Le courant continu est pris au moyen de deux sabots à un troisième rail situé au centre de la voie ferrés. Le courant triphasé de 400 volts est abaissé et transformé en courant continu de 250 volts avec retour a la terre. Ce courant sert à fournir l'énergie nécessaire à la locomotion de ces machines. On emploie pour le transport du calcaire jusqu'aux broyeurs des wagonnets en acier jaugeant normalement 5 m³.

Dans le bâtiment destiné à abriter le broyeur, on a installé un concasseur à mâchoires le plus grand qui soit construit en Angleterre. Il a une ouverture de 1 m 80 × 1 m 20 et son poids atteint 133 tonnes. Il est capable de réduire des blocs de pierre pesant 5 tonnes jusqu'à la grosseur de 15 cm³, le débit étant de 250 tonnes par heure environ. Ce concasseur est actionné par un moteur de 250 H.P. La pierre broyée tombe dans un concasseur secondaire du type conique giratoire. Ce dernier diffère de la généralité des broyeurs giratoires ordinaires en ce qu'il possède une vitesse beaucoup plus grande (environ 450 tours par minute) ; de plus, son cône est aplati vers la base. Dans le broyeur giratoire type, la grosseur maximum des pierres pouvant y passer est déterminée par la distance entre le cône et l'enveloppe extérieure à sa plus grande largeur. Dans cet appareil de fin broyage, toutefois, le cône aplati et la grande vitesse de rotation retardent la sortie de la matière broyée pour un temps correspondant au moins à un tour du broyeur. Il s'ensuit que la grosseur maximum des pierres à admettre est ainsi déterminée par la distance entre l'enveloppe et le côté fermé du cône et non plus entre l'enveloppe et le côté ouvert. Les secousses engendrées par l'opération du broyage sont amorties par près de quarante ressorts à spirale. La tension de ceux-ci et la grosseur du produit broyé peuvent être réglées pendant la marche de la machine. Ce concasseur pèse 50 tonnes environ et possède un débit de 225 tonnes par heure quand il est réglé pour réduire des blocs de 30 cm³ à 1,25 cm³. C'est le plus grand concasseur de son genre existant en Angleterre. Il y a une différence de niveau de 60 m. le long de la pente de la colline entre l'ouverture du concasseur à mâchoires et le sommet des silos à calcaire, ce qui oblige à prendre des dispositions en conséquence. Depuis la surface de la carrière jusqu'au concasseur à mâchoires la pierre subit une chute de 8 m. 50. Une courroie de transport ayant 106 m. de longueur et 1 m. de largeur la fait descendre dans de broyeur secondaire à cône. La descente finale sur la pente de la colline se fait sur un plan incliné sur lequel on a adapté des chaînes en vue de modérer l'allure des pierres qui roulent sur ce plan pour arriver sur une courroie de transport. Cette courroie amène la pierre dans le silo à calcaire. Ce silo est construit en béton armé et peut contenir 2000

tonnes de pierres. Le calcaire concassé est transporté de là directement vers les tables d'alimentation de deux tubes broyeurs associés ayant chacun 11 m de longueur sur 2 m. 15 de diamètre. Ils sont actionnés par des moteurs auto-synchrones de 650 H.P. avec interposition d'un réducteur de vitesse.

Les moulins à matière cru, ainsi que les broyeurs à sec mentionnés précédemment sont actionnés directement par le réducteur de vitesse au moyen d'un arbre d'embrayage fixé au moulin dans de prolongement de l'axe, ce qui dispense de l'emploi du pignon et de la roue dentée ordinairement employés pour les moulins tubulaires.

La matière cru sortant du moulin est envoyée sur un tamis à vibration entretenue. Un moteur sert à entretenir cette vibration. Le tamis élimine les matières grossières avant le passage de la pâte dans les pompes centrifuges pour son transport dans les silos de magasinage.

La pâte est emmagasinée, dans cinq réservoirs en béton armé, ayant chacun une capacité 4600 m³. Ces réservoirs n'ont pas un dispositif d'agitation mécanique par engrenage, mais ils sont pourvus d'appareils de malaxage à air comprimé situés dans des conduites fixées dans le fond de chaque réservoir.

Le Matériel Argileux.—Dans le champ d'argile, un delayeur de 6 m. de diamètre, équipé avec un moteur de 104 H.P. lave l'argile à raison de 60 tonnes à l'heure; l'argile est refoulée ensuite jusqu'aux usines par des pompes à pistons plongeurs.

L'extraction de l'argile se fait au moyen d'une pelle mécanique ayant une benne de 2 m. 70 et possèdant un débit de 60 tonnes à l'heure avec une latitude de déplacement de 250 m. sur la voie ferrée. Un moteur de 150 H.P. actionne cette pelle mécanique qui fournit chaque jour, dans un même emplacement une quantité d'argile suffisante à la production de l'usine.

L'argile en pâte est pompée depuis delayeur jusqu'aux usines, situées à 700 m. de distance. Là elle est emmagasinée dans deux réservoirs à argile pouvant contenir chacun 620 tonnes de la pâte d'argile. A partir de ces réservoirs, la pâte passe grâce à son poids à travers une soupape flottante pour se rendre à un réservoir de mesure. De là deux godets roulants à vitesse variable la transportent en quantités jaugées jusqu'aux moulins. Il est intéressant de voir comment la pâte est maintenue à niveau constant dans le réservoir de jaugeage au moyen d'une soupape flottante. La partie flottante, au lieu d'agir directement sur la soupape est solidaire d'un engrenage et d'un petit moteur qui fait tourner les roues de la soupape en ayant ou en arrière suivant la pression variable du réservoir à argile et les demandes en pâte des moulins.

Le Bâtiment Abritant le Four.—Deux fours rotatoires sont logés dans un bâtiment à part, qui abrite également les moulins à charbon. Les fours ont 73 m. de longueur sur 2 m. 50 de diamètre avec une zone de cuisson élargie de 14 m. de long sur 3 m. de diamètre. Ces fours ont chacun un débit moyen de 10 tonnes de clinker par heure. Les refroidisseurs sont construits suivant les derniers modèles. Ils comprennent douze refroidisseurs latéraux situés dans le prolongement du four et distribués autour de celui-ci. Ces refroidisseurs sont

pourvus de plusieurs chaînes suspendues qui, pendant la rotation du four plongent dans le clinker et absorbent une partie de sa chaleur. Cette chaleur est restituée ensuite à l'air froid admis dans le four lorsque le mouvement de celui-ci fait soulever les chaînes après leur immersion dans le clinker chaud.

Le clinker sortant du four tombe sur une courroie de transport fabriquée spécialement pour résister aux températures élevées. Le clinker est amené par ce moyen jusqu'à un petit trémie qu'on vide à intervalles rapprochés au moyen d'une crémaillère à godets suspendue qui stocke le clinker dans un bâtiment pouvant contenir 3400 tonnes au niveau du sol.

Le matériel destiné à broyer le charbon se trouve dans le bâtiment abritant le four derrière la plateforme de chauffage. Ce matériel est constitué par des moulins tubulaires. On les fait traverser par l'air chaud venant des refroidisseurs à clinker et par là on réalise en une seule fois les opérations du séchage et du broyage, évitant l'emploi d'un séchoir à charbon supplémentaire. Le charbon est repris à cet air chaud au moyen d'un cyclone qui le fait monter dans des trémies à charbon pulvérisé. Cette opération permet de fermer au besoin les moulins pour les réparer; elle permet aussi de faire fonctionner les broyeurs à plein rendement même quand la consommation du four se trouve être inférieure au débit des broyeurs.

Le charbon arrive à l'usine dans des wagons que l'on amène à un " tippler " d'où il est élevé jusqu'aux silos à charbon construits en béton armé à raison de 120 tonnes par heure. On emploie le même " tippler " pour décharger le gypse en masse; on adapte pour cela un convoyeur latéral.

Le Broyage.—Un vaste bâtiment est affecté au logement des moulins à matière cru et des moulins à clinker. Une cloison divise ce bâtiment en deux. D'un côté, on trouve les tableaux de distribution de haute et basse tension, avec le système réducteur de vitesse et les moteurs qui commandent à tous les moulins. Pour chaque moulin un arbre à faible vitesse rotatoire traverse le mur et se rend dans la chambre de broyage où il est adapté pour actionner le moulin. Dans cette chambre se trouvent également les pompes servant au transport de la pâte et du ciment fini.

Les Moulins à Ciment.—Ces moulins au nombre de deux, sont semblables aux broyeurs à matière cru ayant 11 m. de longueur sur 2 m. 15 de diamètre. Seulement ils sont commandés par des moteurs auto-synchrones de 750 H.P. fonctionnant sous 3000 V. Le ciment est transporté depuis les moulins à ciment jusqu'au magasin par un système pneumatique à travers une conduite de 100 m. de longueur sur 10 cm. de diamètre. La hauteur verticale à laquelle le ciment est élevé le long de cette conduite jusqu'au silo est de 22 m. 50. L'énergie nécessaire pour cette opération est fournie par quatre compresseurs ayant chacun une capacité de 15 m³ sous une pression de 20 kgs.

Le ciment sortant des moulins va dans l'un ou l'autre des deux réservoirs aménagés avec une soupape flottante actionnée par le niveau du ciment dans le réservoir. L'ouverture de cette soupape admet de l'air dans le réservoir qui provoque la projection du ciment dans les silos. Pendant ce temps l'autre réservoir est rempli de la même manière.

Stockage du Ciment.—Il existe six silos en béton armé pouvant contenir chacun 1500 tonnes, chaque silo est divisé en compartiments pour emmagasiner des petites portions de ciment de qualités particulières. La mise en sacs est automatique, grâce à l'emploi de sacs à valvules. Ces sacs sont suspendus au conduit d'écoulement de la machine à peser, et lorsqu'ils sont remplis au poids voulu de ciment, ils se décrochent automatiquement de la machine et glissent le long d'un plan incliné pour être chargés sur voie ferrée ou sur camions. Au dessus de la machine à peser se trouve une trémie spéciale de stockage pourvue de bras malaxeurs à la manière des malaxeurs à pâte. De l'air comprimé est injecté continuellement en petite quantité dans la trémie, donnant au ciment une consistance fluide et facilitant son libre écoulement par le fait de son poids dans les sacs.

La Fourniture en Énergie.—Dans le but de fournir l'énergie nécessaire à l'usine on a amené depuis la banlieue de Sheffield une ligne aérienne sous une tension de 33000 volts. Si une panne se déclarait sur une ligne, une autre pourrait être utilisée pour fournir l'énergie indispensable. Les moteurs de plus de 150 H.P. fonctionnent sous 3000 volts, tandis que pour les moteurs de 150 H.P. ou de moins de 150 H.P., la tension de 400 volts est employée. La distribution de l'énergie se fait au moyen de quatre sous-stations.

La grue électrique est fabriquée par Ruston et Hornsby, Ltd.; les machines électriques par Metropolitan-Vickers, Ltd.; le concasseur à mâchoires et les delayeurs, par Vickers-Armstrongs, Ltd.; le broyeur giratoire par Symon Bros.; les moulins tubulaires, les appareils pneumatiques de transport, les fours et les appareils de mise en sacs par F. L. Smidth & Co., Ltd.; les moteurs actionnant les moulins tubulaires par Crompton-Parkinson, Ltd.; le tamis à pâte par Sunderland Forge et Engineering Co., Ltd.; les ventilateurs aspirateurs de poussières par Keith, Blackman & Co.; le tracteur à wagon à charbon par Mitchell Conveyor et Transport Co., Ltd.; les appareils et instruments électriques par Geo. Ellison, Ltd., Metropolitan Vickers, Ltd., Reyrolle & Co., Ltd., Crompton-Parkinson, Ltd., et Nalder Bros. & Thompson, Ltd.; les câbles souterrains par British Insulated & Helsby Cables, Ltd., et MacIntosh Cable Co.; la dragline par Mr. E. F. Sargeant.

Nous donnons dans ce qui suit l'explication des figures: Fig. 1 (voir page 55) Vue générale; Fig. 2 (voir page 56) Plan général; Fig. 3 (voir page 57) Vue des fours rotatifs prise en regardant les refroidisseurs; Fig. 4 (voir page 58), Les fours rotatifs, vue prise de la plateforme de chauffage; Fig. 5 (voir page 59), Broyeur à mâchoires 1 m. 80 par 1 m. 20; Fig. 6 (voir page 60) Les appareils d'alimentation du broyeur à mâchoires; Fig. 7 (voir page 61) Le broyeur conique; Fig. 8 (voir page 62) Les deux moteurs auto-synchrones de 650 C.V. actionnant par un engrenage réducteur de vitesse les moulins à voie humide; Fig. 9 (voir page 63) Le tableau principal de distribution, avec les transformateurs 3000/400 volts; Fig. 10 (voir page 64) L'une des machines de mise en sacs; Fig. 11 (voir page 65) Dragline (capacité 4 tonnes); Fig. 12 (voir page 67) Vue prise dans la carrière.

Les essais de ciment.

Par le Dr. G. HAEGERMANN.

(CHEF DU LABORATOIRE DE L'ASSOCIATION DES FABRICANTS ALLEMANDS DE CIMENT PORTLAND, BERLIN-KARLSHORST)

LE but des essais de ciment est le discernement de ses principales qualités en tant que matériau de construction. Les propriétés essentielles du ciment sont: le constance de volume, le temps de prise, et la résistance; La finesse, le volume et le poids spécifique sont de moindre importance. L'expérience a montré que l'état de volume et le temps de prise peuvent être connus par l'essai d'échantillons de ciment en pâte pure, mais le résistance doit être déterminée à l'aide de mélange de ciment et sable.

Les essais pour le dilatation sont tout à fait semblables dans toutes les spécifications types du monde. Ils consistent soit à placer un petit galette de ciment sous de l'eau froide, soit dans l'essai de Le Chatelier et dans l'essai à l'eau bouillante de Michaelis si un essai accéléré est demandé. Les essais ainsi appelés accélérés peuvent donner des résultats plus ou moins définis que ceux effectués sur échantillons placés dans l'eau froide. Des expériences étendues ont prouvé qu'un ciment ne s'accomodant pas de l'essai accéléré peut cependant donner une bonne stabilité de volume en pratique. Le laboratoire de l'Association des Fabricants Allemands de Ciment Portland possède des échantillons de ciment qui n'ont pas supporté les essais accélérés mais ne se sont pas désagrégés même après un séjour à l'air libre d'une durée de 33 ans. D'un autre côté les essais accélérés n'indiquent pas l'expansion due à la présence de gypse. L'objection à l'essai accéléré, à savoir qu'il n'est pas en rapport avec les conditions de la pratique est incontestablement justifiée. En admettant l'essai accéléré comme un essai préliminaire nécessaire, la tenue d'un petit galette de ciment placé sous l'eau froide doit cependant être spécifiée comme l'essai final. L'appareil de Vicat sert généralement pour la détermination du temps de prise. Des tentatives ont été faites pour le remplacer par un appareil automatique, mais sans succès.

L'essai de temps de prise indiquera le temps après le mélange dans les limites duquel on peut couler le mortier ou le béton sans perte de résistance. En conséquence les cahiers des charges contiennent des prescriptions pour la prise initiale. C'est l'objet de l'essai de déterminer si la prise initiale correspond à la norme et l'appareil de Vicat est adapté à cet effet.

Alors que l'essai initial indique le commencement de la réaction entre les composés hydrauliques du ciment, l'essai final doit être considéré comme une limite arbitraire, qui représente un certain degré de solidité, sans importance spéciale. C'est pourquoi la majorité des spécifications n'exigent pas un temps de prise défini, et celles qui contiennent de telles exigences devraient être remplacées par une spécification de résistance après un temps court. La méthode d'essai de résistance la plus simple consisterait, sans aucun doute, à utiliser une pâte de ciment pur composée uniquement de ciment et d'eau; malheureusement cette méthode n'indique pas la résistance du ciment lorsqu'il est mélangé à du sable, et par conséquent les essais de ciment en pâte pure ne seront pas utilisés. Les conditions prédominantes en pratique seront aussi appliquées à la

méthode d'essai du ciment en laboratoire. L'expérience montre que les essais des échantillons de ciment en pâte pure ne donnent pas de résultats de valeur pratique; et l'on fait des observations semblables avec des mortiers-type de sable, aussi bien avec mélange à des ciments spéciaux qu'à des ciments naturels. En d'autres termes, la méthode d'essai actuellement en rigueur est valable seulement pour les ciments artificiels Portland. Les normes-type de beaucoup de pays comprennent la définition comme une partie essentielle de la norme-type. D. B. Butler,[1] dans un article sur les récentes améliorations dans la fabrication du ciment a exprimé l'opinion que les essais de ciment en pâte pure seront retenus car, alors que des variétés de ciment Portland donnent souvent des résultats hautement satisfaisants, les résultats des échantillons de ciment en pâte pure sont relativement faibles. Ce phénomène arrive, mais il n'indique pas les propriétés d'un ciment lorsqu'on utilise des sables de la grosseur de grains, mélangés, et une plus grande quantité d'eau. On devra décider d'après les travaux expérimentaux postérieurs s'il sera possible de trouver une méthode d'essai applicable à toutes les sortes de ciment aussi bien qu'aux différentes méthodes de fabrication. Il sera nécessaire de spécifier le sable, l'eau contenue, la mesure de la consistance, la proportion du mélange, la méthode de mélange, la forme des échantillons, la méthode de conservation, et l'âge auquel les échantillons sont essayés, si l'on veut obtenir des résultats comparables d'après des échantillons de mortier de ciment Portland, car de l'altération d'une de ces valeurs il résultera des variations dans les résultats d'essai.

La méthode de conservation et l'âge des échantillons sont nettement uniformes dans des pays différents. Il n'y a aucune objection à la conservation d'échantillons sous l'eau à une température de 15 à 18° C., après un stockage dans une atmosphère humide d'une durée de un jour, ou à la méthode de conservation dite combinée (un jour: atmosphère humide; six jours: sous l'eau, et 21 jours à la température d'une chambre). Ces spécifications sont généralement satisfaisantes, et aucune modification ne peut être recommandée.

Les spécifications diffèrent à l'égard de l'âge des échantillons, au point que quelques spécifications prévoient seulement des essais à 7 et 28 jours, pendant que d'autres spécifications exigent aussi des essais à 2 ou 3 jours. En Autriche, comme suite à une proposition de Spindel, les âges d'essais sont limités à 2 et 7 jours, l'essai à 28 jours étant écarté, de même que tout autre.

Les essais de mortiers jeunes se trouvent être spécialement nécessaires avec les récents ciments à haute résistance. Ils sont aussi désirables en vue de déterminer rapidement la qualité du ciment. Que l'âge soit fixé à 2 ou 3 jours, peu importe. On a passé en Allemagne une convention pour utiliser l'essai à 3 jours car les résultats sont plus uniformes après cette période qu'après 2 jours. L'essai à 28 jours a été aussi retenu pour voir si la résistance s'accroit aux âges plus élevés.

On détermine la résistance soit par des essais à la traction seulement, soit par des essais à la traction et à la compression. Les essais à la traction et à la compression indiquent des qualités différentes du ciment, car il n'y a pas de relation définie entre la résistance à la compression et à la tension. L'expérience

[1] "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," No. 2, 1929, pages 62/64.

montre que les résultats des essais à la traction diffèrent considérablement, et, à cause de cela, on a proposé en Allemagne d'écarter l'essai à la traction et de le remplacer par un essai plus approprié. On rencontre rarement des efforts de tension dans les constructions en béton, et on juge mieux la vraie valeur d'un mortier par sa résistance à la compression. On doit donc accorder beaucoup d'attention à l'essai à la compression. Si l'on se propose de rassembler des donées sur une propriété ultérieure de la résistance, on peut utiliser l'essai à la flexion (prismes) au lieu de l'essai à la traction, car les résistances à la traction et à la flexion sont liées l'une à l'autre. On doit cependant mentionner que l'on ne possède pas encore une expérience suffisante des essais à la flexion pour juger leur valeur définitive. A s'en rapporter aux essais effectués jusqu'ici il ne semble pas y avoir une différence aussi étendue que pour les essais à la traction.

La proportion du mélange de mortier consistant en une partie de ciment et trois parties de sable, comme il est spécifié dan toutes les spécifications, est avantageuse et a prouvé sa sûreté de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'en parler ici.

Il y a des différences considérables dans les méthodes de mélange et de moulage des échantillons d'essai. Dans certains cas on spécifie le mélange mécanique, et dans certains autres le moulage à la main. La façon de tasser le mortier aussi, n'est pas uniforme. De là, en découle plutôt de grandes différences par l'emploi des deux méthodes.

On devrait préférer le mélange et le damage mécaniques à la confection à la main, et éliminer l'élément humain. Le mélange mécanique est en général exécuté par l'appareil mélangeur Steinbruck-Schmelzer, tandis que l'on fait le damage mécanique avec l'appareil à marteau Bohme-Martens ou avec le bélier Klebe. On peut considérer ces deux appareils comme également convenables, quoique celui à marteau est d'un usage plus général. Le bélier tasse les échantillons à une densité supérieure à celle que donne l'appareil à marteau, de sorte que les résultats sont naturellement quelque peu plus élevés dans le premier cas, surtout au premier âge des échantillons. Des tentatives d'aboutir à une convention internationale, en considération du type d'appareil à damer, ont échoué jusqu'à présent, et il est probablement invraisemblable qu'un tel accord se réalise.

Lorsque l'on essaye des échantillons de mortier plastique au lieu d'échantillons de mortier battu, la fabrication des échantillons à la main est d'un usage courant. En ce cas le mortier doit être si mouillé qu'un damage plus ou moins soigné ne donnera pas une différence essentielle, éliminant ainsi toutes variables dûes à l'élément humain.

Le sable normale est une autre constante qui donnera lieu à un problème très difficile dans une norme internationale uniforme. A part les pays du centre et du Nord de l'Europe où l'on utilise le sable type Allemand, à peu près tous les pays du monde possèdent leur propre sable type où le diamètre des particules et la composition chimique varient. En égard aux diamètres des particules, les normes diffèrent de trop. C'est pourquoi des limites étroites sont généralement spécifiées de sorte qu'on puisse parler d'un sable standard de grains à diamètre unique. Ces pays qui spécifient des sables en grains à plusieurs diamètres

mélangés limitent aussi strictement les proportions des fractions de différent diamètre. Un sable en grains de même diamètre a été essayé pour l'essai des mortiers humides, mais pour l'essai des mortiers plastiques on doit préférer l'usage d'un sable en grains de plusieurs diamètres mélangés. Un sable normale en grains de même diamètre ne retient pas l'eau du mortier d'une façon satisfaisante, exerçant ainsi une grande influence sur les résultats, par perte d'eau dans le premier âge. C'est pour cette raison que les premiers expérimentateurs se trompèrent quand ils se servaient de mortiers plastiques. Les experiences de Monsieur Feret montrent que la possibilité d'obtenir des resultats comparables avec des mortiers plastiques depend de l'usage de sables en grain de plusieurs diametres mélanges qui contiennent une quantité suffisante de materiaux en grains fins. mes experiences s'accordent avec celles de Monsieur Féret.

La quantité d'eau du mortier est principalement spécifiée de telle sorte qu'il en resulte des mortiers humides. Il y a seulement un petit nombre d'exceptions qui prevoient une plus grande quantité d'eau d'ou il en résulte un mortier plastique faible (États-Unis d'Amerique, France et Suisse)[1]. L'eau contenue est en général déterminée par la consistance qui resulte de la quantité nécessaire d'eau pour les echantillons de ciment en pate pure (appareil de Vicat). Autrement l'eau contenue est determinée par l'efflux de l'eau a la surface des échantillons moulés quand ils ont été damés par l'appareil à marteau ou par le belier[2]. Les 2 methodes peuvent donner des resultats différents suivant le coup de main des differents experimenteurs. Le mortier humide est plutôt inapte à la détermination du degré de consistance et pour cette raison on détermine la quantité d'eau nécessaire par l'usage d'une pâte pure de ciment. On doit faire cette détermination de préférence en utilisant un mortier composé de ciment, de sable en grains de plusieurs diametres, et d'une grande quantité d'eau incluse. L'usage d'une quantité d'eau incorrecte est une faute moins grave lorsque l'on essaye des mortiers humides, et partant de la, on a proposé, en Allemagne de specifier une quantité d'eau uniforme pour tous les ciments. On prétend que le mortier humide est trop sec si on le compare à la consistance habituelle du béton, et que la valeur du damage des échantillons est trop élevée. Cette objection est juste et de la vient la tendance à essayer, à l'avenir, dans beaucoup de pays, un mortier plastique au lieu de mortier humide. On peut se referer au travail fait par la Société International d'essais de Materiaux exécuté d'après une proposition de Monsieur Feret et d'après le programme de recherches proposé par Monsieur Schule (Zurich). On peut aussi se rapporter aux propositions de Monsieur R. Feret et de Monsieur Ros (Zurich) à l'occasion du Congrès International tenu à Amsterdam en 1927. Les résultats expérimentaux maintenant utilisables seront traités dans un article sur l'essai des mortiers plastiques, à paraître plus tard.

Beaucoup de gens désirent des méthodes d'essai uniformes et internationales. Une convention d'une immense portée existe déja au sujet l'essai de le dilatation et du temps de prise. L'essai de résistance n'est pas toutefois uniforme. En premier lieu, il est nécessaire d'écarter les principales divergences d'opinion. Il y aura, sans doute, toujours une difficulté sur la question du sable type, mais

[1] Seulement pour l'essai à la flexion.
[2] L'afflux de l'eau à la surface doit avoir lieu entre le 90ième et le 100ième coup.

on aura fait un grand pas en avant lorsque on aura obtenu des spécifications uniformes en égard à l'espèce des échantillons et à la méthode de leur fabrication.

Les différences de langage qui ont jusqu'à présent gêné une discussion internationale sont maintenant supprimées par la publication de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE en quatre langues. Ce journal devra être cordialement reçu et soutenu, car il procure l'unique moyen de communication à travers le monde. La spécification des mortiers plastiques, à laquelle beaucoup de pays sont maintenant intéressés, offre une rare occasion de spécifier des méthodes d'essai uniformes.

La prise et le durcissement des ciments.

Par le PROFESSEUR C. H. DESCH, F.R.S. (Université de Sheffield, Angleterre).

LA résistance d'un mortier ou d'un béton est déterminée par les réactions qui se produisent entre le ciment et l'eau avec laquelle il est mélangé. Pour obtenir des ciments de meilleure qualité, il est donc nécessaire de comprendre les réactions qui se produisent au cours de la prise et du durcissement. En remontant jusqu'en 1856, A. Winkler émit l'idée que le ciment hydraté par l'eau se transformait en chaux libre et en certains composés de chaux et de silice ou d'alumine dont la formation peut avoir lieu par voie humide. Ce fut en 1887 qu'Henry le Chatelier démontra que les réactions prenaient réellement cette forme et réussit, par des études chimiques et microscopiques très approfondies à identifier quelques uns des produits. En comparant ces phénomènes avec la prise du plâtre de Paris, il arriva à la conclusion que la résistance de la masse après la prise était dûe à l'entrelacement de groupes de cristaux. Les observations portèrent sur du ciment ou des composés isolés qu'il croyait être les éléments constitutifs du ciment, mélangés avec un excès d'eau ou d'un autre réactif, sur une plaque de verre; il relevait avec soin la nature des cristaux qui se formaient au cours de l'expérience.

Il ne s'ensuit pas cependant, que si la proportion d'eau employée est moindre, les réactions doivent suivre exactement la même marche. En 1893, quand se fut éveillé l'intérêt des chimistes pour les propriétés des substances colloïdales, W. Michaelis émit l'idée que le produit principal de l'action de l'eau sur le ciment n'était pas un composé cristallin, mais une masse colloïdale, de composition variable, dont un simple silicate de chaux hydraté pouvait former la base. Les aluminates étant d'abord décomposés par l'eau, il peut se former un aluminate plus simple, de forme cristalline si la quantité d'eau est suffisante, ou sous une forme gélatineuse s'il y a moins d'eau. Les silicates du ciment suivent ensuite le même processus.

Les résultats d'un examen attentif, au microscope, des réactions du ciment et de l'eau corroborent sérieusement ce point de vue. Les particules de ciment se gonflent et se trouvent recouvertes d'une couche gélatineuse dans laquelle apparaissent plus tard de petits cristaux. Le durcissement qui se produit quand

il n'y a plus excès d'eau peut être dû en partie à l'entrelacement des cristaux, mais probablement plus encore au déssèchement de la masse colloïdale, donnant un produit vitreux. Il est vrai que depuis ces travaux, la différence entre colloïdes et cristalloïdes est devenue moins tranchée car l'examen aux rayons X a relevé que beaucoup de substances colloïdales sont, dans l'état actuel de la science, composées de cristaux, bien que d'une taille très petite. Il existe encore cependant, une différence tellement évidente entre les cristaux d'une grosseur appréciable et les colloïdes que l'on peut, pour plus de commodité, en retenir la distinction.

La décomposition par l'eau des corps constitutifs du ciment, qui est une réaction du type connu des chimistes sous le nom d'hydrolise peut avoir lieu progressivement. Une partie de la chaux disparaît sous forme d'hydroxide soluble, laissant un aluminate ou un silicate moins basique. Sous l'action prolongée de l'eau, une plus grande quantité de chaux peut encore disparaître et l'état final est atteint seulement quand le résidu n'est plus formé que de silice pure gélatineuse dans un cas, ou d'alumine pure gélatineuse dans l'autre. Quand l'eau disparaît par évaporation, la solution de chaux se concentre et une partie de la chaux peut se recombiner avec les acides résiduels. C'est un processus lent, car les colloïdes perdent leur énergie réactive au fur et à mesure qu'ils perdent de l'eau.

Plusieurs expérimentateurs ont obtenu ces mêmes résultats, mais il est évident qu'il est impossible de représenter les transformations qui se produisent pendant la prise et le durcissement du ciment, en posant seulement des équations chimiques. La composition des produits de réaction doit varier avec les proportions des substances réagissantes, de sorte que le résultat que l'on obtient en mélangeant un mortier avec de l'eau de chaux, par exemple, ne sera pas le même que si l'on avait employé la même quantité d'eau pure, car dans le premier cas l'hydrolise ne se produira pas aussi loin. De plus, si on y ajoute une matière pouzzolanique fine et active, elle peut entrer en combinaison avec la chaux devenue libre et favoriser ainsi une réaction progressive. Au point de vue de la résistance au feu et aussi de l'action des dissolvants chimiques, tels que l'eau de mer ou l'eau des marécages, il est souhaitable d'avoir aussi peu de chaux libre (hydroxide) que possible, dans le mortier ou le béton, la masse étant alors composée de silicates et d'aluminates qui ne sont pas extrêmement basiques. Cette condition peut être remplie par l'addition de matières pouzzolaniques ou d'une autre façon. Ceci est d'une importance incontestable.

La plus grande finesse de mouture des ciments qui maintenant est devenue générale, permet aux réactions de se produire plus rapidement et plus complètement. Dès qu'une particule se trouve recouverte d'une couche gélatineuse, la réaction ne peut se poursuivre que par diffusion à travers cette couche; il en résulte une vitesse de réaction relativement petite. Si en même temps, cette couche subit des transformations propres à la rendre dure et imperméable, la réaction cesse, bien qu'il y ait encore un noyau de matière intacte, devenu inaccessible à la réaction. Le ciment représenté par ce noyau est perdu, puisqu'il ne joue plus que le rôle de sable ou d'une autre matière inerte.

Pour des études ultérieures à ce sujet, la marche de la diffusion de l'eau et des solvants à travers ces couches mérite une étude plus approfondie. La composition du clinker est assez bien connue maintenant, mais l'étude combinée des processus de prise et de durcissement a fait moins de progrès malgré les très nombreux travaux publiés à ce sujet.

L'auteur croit que la recherche scientifique dans cette partie de la chimie physique des ciments doit avoir vraisemblablement une influence très importante sur les progrès techniques à venir.

De récentes installations à ciment.

Donnons des explications sur quelques unes des plus importantes installations pour fabriquer du ciment exécutées récemment par Messieurs Vickers-Armstrongs, Ltd. Parmi celles-ci, on peut mentionner douze fours pour le groupe de fabricants de ciment le plus important d'Angleterre : L'installation complète de l'usine à ciment de Holborough, Snodland, Kent, avec une capacité de production de 180000 tonnes par an. La fourniture de la machinerie de fabrication du ciment pour les usines à ciment Eastwood, Barrington, Cambs. (capacité de production : 120000 tonnes par an.). Les four rotatif et moulin broyeur pour la " Commonwealth Portland Cement Co." d'Australie ; trois fours rotatifs aussi pour la " Synthetic Ammonia et Nitrates Ltd." (une filiale de " Imperial Chemical Industries Ltd."). En plus, ils ont fourni des installations diverses de broyage et de mouture dans le monde entier.

Quelques unes des installations citées ci-dessus sont d'un intérêt particulier, lorsqu'elles comprennent les fours rotatifs à réflexion Vickers, avec refroidisseur intégral. Trois fours de ce type ont été fournis à " l'Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd." et la " British Portland Cement Manufacturers Ltd." chacun d'eux ayant 99 m 50 de longueur et le refroidisseur intégral 8 m de diamètre. Ces fours ont la renommée d'être les plus grands du monde, par leur volume. Deux fours de ce type ont été aussi fournis à la " Synthetic Ammonia and Nitrates Ltd."

Messieurs Vickers-Armstrongs Ltd. se sont assurés de récentes commandes, telles que : un four rotatif à réflexion pour la " Katni Cement Works," India ; un autre pour la " Japla Cement Works," India ; trois fours rotatifs à chaux pour le " Brunner Mond & Co., Ltd." Un autre récent contrat a été passé pour l'installation complète de la " Green Island Cement Works," Hong Kong (capacité 100000 tonnes per an). Dans ce contrat sont compris deux fours rotatifs à réflexion munis de refroidisseurs intégraux, et nous pensons que ce contrat est une des plus grandes commandes qu'une firme anglaise se soit assurée pour le lointain Orient.

Messieurs Vickers-Armstrongs, Ltd., ont aussi exécuté une installation spéciale de broyage pour la Société de ciment Alumineux Lafarge et ont fourni un broyeur à machoires oscillantes de 1m 83 par 1m 22 pour la nouvelle usine à ciment de G. & T. Earle, Ltd. Cette dernière machine est croyons nous, la plus grande qui ait été jamais construite en Europe, et toutes ses particularités sont indiquées à un autre endroit de ce numéro.

La Fig. 1 (voir page 75) montre des fours à l'usine à ciment de Johnson, Kent, Angleterre; la Fig. 2 (voir page 76) montre des mêmes fours à leur extrêmité de refroidissement; la Fig. 3 (voir page 76) montre un broyeur à mâchoires de 1 m 83 par 1 m 22 pour l'usine à ciment de Hope, Angleterre; la Fig. 4 (voir page 77) montre des fours de 2 m 74 et 3 m 20 par 61 m à l'usine à ciment d'Eastwood, Barrington, Angleterre; la Fig. 5 (voir page 77) montre un mélangeur " soleil et planète " de 18 m 30 de diamètre à l'usine d'Eastwood; la Fig. 6 (voir page 78) montre un moulin broyeur à ciment de 2 m 13 par 11 m pour la Cie. de Ciment Portland de Commonwealth Australie.

Une nouvelle usine Italienne de ciment

L'USINE de ciment de Gênes de " l'Italia Soc. Anon. Cementi Portland Artificiale " est une usine moderne à laquelle on a appliqué toutes les données de l'expérience de ces dernières années relatives au côté économique de la construction des usines de ciment. La " Miag-Muhlenbau-und-Industrie Co." en a dressé les projets et les plans, en même temps qu'elle en a fourni l'équipement mécanique à l'exception de quelches machines spéciales. L'usine est située au pied des Appenins, près du Port de Gênes.

La matière première consiste principalement en marne contenant 75 pour cent de calcaire. Elle est transportée à l'usine, située à 2 kms. de distance au moyen d'un funiculaire aérien qui traverse plusieurs vallées. On emploie aussi de la pierre à chaux presque pure (98%) en petites quantités. Cette pierre à chaux est transportée à l'usine sur rails à partir de deux carrières situées à quelque distance de l'usine. On transporte également sur rails les pyrites calcinées à donner au mélange de matières premières une bonne composition, ainsi que le gypse et le charbon.

La marne, la pierre à chaux et les pyrites calcinées sont stockées en plein air; le charbon, le clinker et le gypse sont stockés dans des endroits couverts. Deux grues à bennes preneuses mainent la totalité de la matière première; la première, qu'on actionne de dehors, possède un mouvement de rotation de 360°; la seconde, qu'on actionne sous abri est une haute grue de transport du type ordinaire.

On a installé des convoyeurs à auges de type " Torpedo." Les matières de faible volume sont transportées au moyen de convoyeurs pneumatiques et à courroie. Toutes les grosses machines sont actionnées directement par des moteurs particuliers avec interposition d'engrenages réducteurs de vitesse. On emploie relativement peu de moteurs en groupe, ce qui limite le nombre des courroies de transmission. Tous les broyeurs et réservoirs à matières premières ont été construits pour pouvoir servir indifféremment dans les opérations par voie humide ou par voie sèche.

L'équipement mécanique comprend deux fours rotatifs, dont l'un a 3 m. de diamètre et 63 m. de longueur, et l'autre 3 m 25 de diamètre et 63 m. de longueur, avec un débit quotidien de 600 tonnes. En raison du manque d'eau, les opérations se poursuivent actuellement par la voie sèche.

La Fig. 1 (voir page 80) est un plan général de l'usine; la Fig. 2 (voir page 81) représente une coupe de l'usine, tandis que la Fig. 3 (voir page 82) est une vue générale de l'usine.

Le Broyage.—La matière première est concassé dans les carrières. Deux concasseurs " Titan " du type 8 SS D sont affectées au broyage de la marne. On transporte les wagons chargés depuis la carrière jusqu-aux trémies; là on les décharge de leur contenu sur des convoyeurs à courroies d'acier qui alimentent les concasseurs. La marne une fois broyée tombe dans de grands silos de là, on la soutire au moyen de tiroirs qui la déchargent dans les wagons suspendus. Ceux-ci se rendent à l'usine où la matière première est déchargée dans des trémies ayant une capacité de 500 tonnes. La matière en excès est enlevée en masse au moyen d'une grue à benne preneuse qui la met ensuite en stockage.

La matière provenant de la carrière calcaire est broyée d'une manière semblable. On la transporte au moyen du funiculaire aérien qui la charge dans des wagons sur rails. On pèse la pierre à chaux dès son arrivée à l'usine, puis on la charge par une grue à benne preneuse dans une deuxième trémie pouvant contenir 150 tonnes, située à côté de la trémie à marne. Une deuxième carrière est également mise en exploitation, d'où la pierre encore non broyée est dirigée sur l'usine. On la broie à l'usine au moyen d'une concasseur " Titan." Un élévateur la monte dans la deuxième trémie.

On a aménagé une troisième trémie pour le stockage des pyrites calcinées. Les pyrites calcinées en excès sont rassemblées en masse; puis la grue à benne preneuse les charge dans la trémie. Au-dessous de chaque trémie se trouve une table d'alimentation, chaque table étant affectee à une machine à peser qui définit les proportions de la matière. La marne (qui constitue près de 90% de la matière première) est pesée séparément, tandis que la pierre à chaux et les pyrites calcinées passent sur une deuxième machine à peser. Ces machines déchargent la matière première dans des convoyeurs à auges du type " Torpedo."

Le Département du Séchage.—Pendant la saison sèche, le séchage artificiel n'est point nécessaire. On amène le mélange dans les réservoirs d'alimentation situés au-dessus des moulins broyeurs à matière première. Quand le séchage devient indispensable, un élévateur monte le mélange dans une trémie d'où un tablier d'alimentation dirige la matière sur un tambour de séchage. Ce tambour de séchage de 2 m 25 de diamètre et de 18 m de longueur est chauffé par la chaleur dans les gaz du four, en plus du chauffage habituel. Un convoyeur à auges du type " Torpedo " enlève la matière séchée du tambour. La matière monte au moyen d'un deuxième convoyeur à auges transversal et d'un élévateur à godets jusqu'aux trémies à matière première, situées au-dessus des moulins broyeurs. Un convoyeur à auges distribue la matière séchée dans les trémies.

Le Moulin Broyeur et les Silos à Matière Première.—Des tables d'alimentation réglables introduisent la matière des trémies dans deux tubes broyeurs à trois chambres de 2 m par 12 m. Ces moulins reposent sur tourillons aménagés avec un dispositif automatique de lubrification à l'huile. En quittant les moulins broyeurs, le mélange de matières premières se rend aux silos qui lui sont affectés au moyen d'un convoyeur hélicoïdal. Un élévateur monte finalement le mélange

préparé pour la cuisson et le décharge dans des trémies situées au-dessus du four rotatif. Le mélange est distribué dans ces dernières d'une manière homogène au moyen d'un convoyeur hélicoïdal. Les alimentateurs en matière première commandent la marche de l'alimentation et du malaxage.

Les Fours Rotatifs.—L'équipement actuel comprend deux fours rotatifs, l'un ayant 2 m 25 par 62 m et l'autre 3 m par 63 m, avec des refroidisseurs de 2 m par 20 m 50 placés en-dessous. Les fours (Fig. 4, voir page 83) sont équipés avec des supports à rouleaux à lubrification automatique et refroidissement par l'eau. Des moteurs réglables actionnent les fours par l'entremise de courroies de transmission. Un département séparé est affecté au séchage et à la pulvérisation du charbon, qu'une conduite d'insufflation injecte sous pression élevée dans le four.

L'un des fours rotatifs est aménagé avec un dispositif Stehmann permettant de boucher toutes les fissures pouvant laisser entrer de l'air dans le four et le refroidisseur. En rendant hermétiques les issues du refroidisseur et en employant une soufflerie donnant une pression élevée, tous les gaz provenant du clinker chaud sont employés pour le chauffage du four; de plus, on empêche de cette manière l'admission de l'air froid.

Un récupérateur du type Babcock-Wilcox est adapté à chaque four. Il crée la presque totalité de l'énergie nécessaire à l'usine. On fait marcher, en cas de nécessité une chaudière additionnelle en plus du turbo-générateur. Les gaz chauds sortant du four passent à travers un aspirateur de poussiéres électrique.

Séchage et pulvérisation du Charbon.—Le charbon arrive par wagons. Une grue à benne preneuse le décharge dans l'alimentateur à charbon. Celui-ci alimente une petite broyeuse " Titan." Le charbon broyé est monté au moyen d'un élévateur à godets dans le silo de stockage, d'où il est dirigé au moyen d'un tablier d'alimentation dans un tambour de séchage de 1 m 40 par 14 m. Le charbon, une fois desséché tombe dans une machine à peser automatique. Un élévateur le monte ensuite dans un gros réservoir de stockage comprenant deux compartiments. Deux tables d'alimentation assurent l'approvisionnement de deux moulins broyeurs à trois chambres de 1 m 50 par 8 m employés pour pulvériser le charbon; ils sont actionnés par des moteurs directement accouplés, avec entremise d'engrenage réducteur de vitesse. Un élévateur à godets monte le charbon pulvérisé dans deux réservoirs de stocage situés au-dessus des fours rotatifs. Un conduit hélicoïdal se rend dans un silo de plus grande capacité et sert à soulager les réservoirs quand ceux-ci se trouvent surchargés.

Le Stockage du Clinker.—Le clinker sortant passe sur une machine à peser et se rend dans un convoyeur à auges qui le décharge dans une puit.

La grue à benne preneuse enléve le clinker et le dépose, après l'avoir élevé sur le plancher de stockage. La même grue enlève le clinker stocké et le décharge dans les silos à clinker servant à l'alimentation des moulins broyeurs à ciment. On a installé un réservoir latéral à gypse. Le gypse arrive sur rails.

La grue à benne preneuse le décharge; unbroyeur " Titan " le broie, et un élévateur à godets le monte dans le réservoir.

Les trois trémies clinker et le trémie à gypse sont équipés chacun avec un dispositif de vidange, alimentant le convoyeur à auges. Les silos de

stockage du clinker, situés au-dessus des moulins broyeurs à ciment communiquent avec une deuxième auge, un élévateur et un autre convoyeur à auges qui distribue le clinker dans les trémies des moulins broyeurs.

Le Moulin Broyeur à Ciment.—Chacun des deux moulins broyeurs de 2 m 25 par 12 m est équipé avec deux tables d'alimentation assurant le malaxage des différentes qualités de clinker, ou employées pour additionner d'autres substances dans des buts spéciaux. Le volume occupé par les moulins broyeurs est à peu près égal à celui occupé par le département de pulvérisation de la matière première, avec cette différence que les premiers ont un diamètre un peu plus grand. Le ciment, une fois broyé au degré de finesse voulu est transporté dans le silo à ciment au moyen d'une pompe Fuller-Kinyon ou de convoyeurs hélicoïdaux ou à courroies.

Silos à Ciment, Mise en Sacs et Transport. –Le magasin à ciment comprend deux silos en béton de 10 m de diamètre sur 20 m 50 de haut reliés à un convoyeur hélicoïdal. On peut les vider automatiquement au moyen d'un " Silator " ou au moyen de chaînes qui dirigent le ciment au fond du silo dans un convoyeur hélicoïdal. Dans le premier cas, des appareils de mise en sacs automatiques prennent le ciment des trémies de mis en sacs, tandis que dans l'autre cas, des appareils électriques " Mag " se chargent de la mise en sacs.

Le chargement dans les wagons roulant sur rails est effectué en partie à la main et en partie par des courroies de transport. On a installé des dispositifs appropriés pour opérer le chargement, au besoin, dans des camions. On a installé des aspirateurs de poussières munis de tubes-filtres à tirage. L'usine possède également un atelier de réparation, un laboratoire, ainsi qu'une installation génératrice d'énergie par turbine à vapeur, avec tableau de distribution et sous-stations.

Une usine moderne a ciment portland en Argentine.

La première unité d'une nouvelle usine à ciment Portland de la " Loma-Negra S.A. Compania Industrial Argentina " fut commencée à l'automne 1928 (près de Olavarria petite ville de l'Argentine) à environ 145 kms. de Buenos-Aires. Cette usine qui produit actuellement environ 200 tonnes de ciment par jour compte parmi les plus modernes et les plus économiques des usines à ciment construites pendant ces quelques dernières années. L'idée qui prévalut dans l'établissement des machines fut de réunir plusieurs stades d'opération dans une seule grande machine, afin de diminuer le travail et le prix de revient. On le voit, par exemple, par le fait que les broyeurs à matière cru et à ciment ont le même diamètre de 2 mètres et sont donc comparables sous tous rapports. On obtient ainsi une grande simplicité de marche et de plus une réduction du nombre des pièces de rechange nécessaires. Il est intéressant de noter le très petit nombre relatif de courroies dont on se sert; la plupart des grandes machines sont en effet actionnées par des moteurs électriques séparés. La plus grande

partie de l'installation est située dans deux travées d'une construction de 200 mètres de long à carcasse métallique.

Comme la matière cru convenait particulièrement au procédé par voie humide, et que l'on pouvait se procurer la quantité d'eau suffisante, on choisit le procédé à pâte épaisse. Des excavateurs à chenille extraient les matières premières—calcaire et argile—de gisements situés à quelques centaines de mètres de l'usine. Des locomotives transportent ces matières jusqu'à l'installation de concassage dans des waggonets à bascule de 1 mètre cube de capacité. Les waggonets déversent le calcaire et l'argile sur un crible qui sert d'alimentateur à un concasseur qui peut concasser normalement environ 30 tonnes de matière cru à l'heure; son rôle correspond à celui du moulin à marteau bien connu, mais son rendement est de beaucoup supérieur. La matière est concassée jusqu'à la dimension de 1 cm 9 environ qui convient à l'alimentation du moulin. Une partie de l'argile est réduite en pâte dans un delayeur du type à agitateur, puis coule par un puits dans un compresseur double qui la refoule par l'air comprimé dans des réservoirs situés au dessus des moulins à matière cru.

Chaque compresseur double se compose de deux compresseurs qui travaillent alternativement. Au moyen d'un dispositif de commande automatique, un des compresseurs se remplit toujours de pâte pendant que l'autre se vide, grâce à l'air comprimé qui pousse la pâte dans les tuyaux. L'avantage d'un double compresseur est qu'aucune commande ou partie mécanique délicate ne vient en contact avec la pâte et que par conséquent un arrêt du à un engorgement est rendu impossible.

Actuellement un moulin Solo à trois compartiments de 2 m. de diamètre et de 13 m. de long sert au broyage de la matière cru. Un élévateur à plan incliné monte le calcaire et l'argile concassés dans le concasseur jusqu'à des silos situés au dessus du moulin à matière cru; la matière est alors versée dans le moulin en quantités qui peuvent être exactement dosées, au moyen d'un alimentateur à sole tournante. Le mélange de calcaire et d'argile, broyé, est transformé en pâte suivant une opération continue. L'opération de broyage se poursuit, étagée dans trois compartiments du moulin remplis de différents corps de broyage. La pâte finement moulue coule du moulin dans un compresseur double qui l'envoie dans trois réservoirs de réserve et de mélange de 7 m. de diamètre et de 12 m. de haut. Là, un appareil pneumatique mélangeur de ciment, automatique, termine l'homogénéisation. Le débit d'air est réglé par une soupape " Regulex " brevetée de manière qu'après un certain nombre de périodes de mélange dans un réservoir, le courant d'air soit automatiquement dirigé sur un autre réservoir. On peut, si cela est nécessaire, sauter un réservoir. Du réservoir de mélange la pâte épaisse coule jusqu'à un compresseur double qui la refoule dans des silos situés au dessus du four rotatif.

L'installation du four rotatif consiste en un four Solo de 69 m. de long et de 2 m. 75 ou 3 m. 65 de diamètre et produit environ 200 tonnes de clinker par jour. La caractéristique principale du four Solo est que la pâte est non seulement séchée, cuite et clinkérisée dans un seul appareil, mais que le clinker y est aussi refroidi. La zone de clinkérisation élargie donne une marge pour la marche régulière et continue de la cuisson. Comme le refroidissement du clinker s'effectue dans une zone de refroidissement faisant corps avec le four lui-même, on peut construire toute l'installation au niveau du sol. On évite ainsi les escaliers et les plateformes, et le bâtiment du four Solo peut être facilement surveillé. L'enveloppe du four avec ses bandages repose sur six paires de rouleaux placés dans des paliers à refroidissement par l'eau munis d'un graissage automatique auto-alimentateur. Le four est entraîné par un moteur réglable accouplé directement avec la commande élastique brevetée " Pol " qui assure une marche sure et satisfaisante. Des dispositifs spéciaux assurent le réchauffement préliminaire de l'air nécessaire à la combustion et le transport de chaleur

du clinker à l'air. Le combustible employé dans le four Solo est de l'huile injectée dans le four en un jet réglable. La présence d'instruments variés de mesure et de controle tels que des régulateurs d'air, pyromètre, contrôleur des gaz, etc. permettent la surveillance exacte de la marche de la cuisson.

Des convoyeurs à secousses et des élévateurs font passer le clinker du four dans le dépôt à clinker. Après passage dans des bascules automatiques, le clinker continue son chemin jusqu'a deux convoyeurs " Pol " parcourant le dépôt. On peut en retirer le clinker en un certain nombre de points. Le sol du dépôt contient dix-sept dispositifs de vidange par lesquels le clinker sort du dépôt et passe sur deux convoyeurs souterrains. Un élévateur vertical monte alors le clinker dans des silos situés au-dessus des moulins à ciment. De là, le clinker, additionné d'une quantité convenable de gypse passe dans un broyeur Solo à trois compartiments de 2 m. de diamètre et de 12 m. 20 de long. Des pompes pneumatiques envoient le ciment au dépôt de ciment, qui se compose de dix réservoirs en béton. Un certain nombre de convoyeurs à crible et d'élévateurs permettent le mélange, et le remplissage des réservoirs du dépôt. Une bascule permet de contrôler la quantité se rendant au dépôt. Il existe aussi une installation automatique d'ensachage et de mise en barils.

Une installation collectrice de poussière de grandes dimensions assure à toute l'installation une marche pratiquement sans poussière. L'usine possède une voie de garage à laquelle ont été adaptés le transport du combustible, du gypse et des autres matières nécessaires aussi bien que l'expédition du ciment. Actuellement, des travaux d'agrandissement sont en cours, qui doivent doubler la production actuelle. L'installation mécanique de cette usine a été fournie par la G. Polysius A-G, de Dessau, qui fut également chargée des dispositions et du tracé de l'ensemble.

La Fig. 1 (voir page 85) est une vue générale de l'usine; la Fig. 2 (voir page 86) représente un concasseur à matière cru; la Fig. 3 (voir page 87) représente un moulin Solo à trois compartiments pour le broyage de la matière cru; la Fig. 4 (voir page 88) représente un four Solo.

Nouvelles usines à ciment en Europe.

Nous donnons quelques illustrations d'usines à ciment modernes, réalisées dernièrement en Europe par Fellner & Ziegler. La Fig. 1 (voir page 90) est une vue générale de la grande installation moderne de la Königshofer Zementfabrik, à Königshof, Tchécoslovaquie. Les fours, au nombre de trois, ont une zone de clinkérisation élargie; deux de ces fours sont représentés sur la Fig. 2 (voir page 90). Les moulins broyeurs à trois compartiments ont 13 m. de long et 2,20 mètres de diamètre (Fig. 3, voir page 91). Les moulins à plusieurs compartiments, sont entraînés centralement par un mécanisme de réduction spécial, indiqué sur la Fig. 4 (voir page 91).

La Fig. 5 (voir page 92) montre une des plus récentes installations en Rhénanie. Les fours ont 50 mètres de long et 3 mètres de diamètre; ils ont une zone de clinkérisation élargie.

La Fig. 6 (voir page 92) représente le plan d'un installation, actuellement en cours de construction, utilisant le procédé par voie humide. Le hangar d'emmagasinage, de 100 mètres de long environ sera utilisé pour l'emmagasinage du clinker, du charbon et du gypse; il est desservi par des grues mobiles à bennes s'ouvrant en deux. Les embouchures des moulins broyeurs sont remplies directement par les grues.

CEMENT
AND
CEMENT MANUFACTURE
DIE INTERNATIONALE ZEMENTZEITSCHRIFT IN VIER SPRACHEN.

DEUTSCHER TEIL

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE."

Durch die Herausgabe von "Cement and Cement Manufacture" in vier Sprachen, in welcher Form die Zeitschrift in Zukunft monatlich erscheinen wird, besitzen die Zementfabrikanten der ganzen Welt einen Mittelpunkt zum Austausch von Informationen, den keine andere Industrie in irgend einem Lande besitzt.

Der Entschluss, die Zeitschrift in vier Sprachen herauszugeben, wurde deswegen gefasst, weil die Besitzer der Zeitschrift der Meinung sind, dass solch eine internationale Zeitschrift wirklich für das Gedeihen der Zementindustrie in der Welt notwendig ist. In vielen Ländern wird wertvolle Forschungsarbeit geleistet; neue Ideen werden bei dem Herstellungsverfahren ausprobiert; neue Maschinentypen und arbeitsparende Anwèndungen sind zur Ausführung gelangt. Jedes Zement fabrizierende Land kann etwas von anderen Ländern lernen. Bis heute ist die Kenntnis von derartigen Verbesserungen in der Sprache derjenigen veröffentlicht worden, die für die Forschungsarbeiten und Verbesserungen verantwortlich waren, und sie waren den Fabrikanten in anderen Ländern, welche eine verschiedene Sprache sprechen, nicht zugänglich.

Die Absicht von "Cement and Cement Manufacture" besteht darin, die Ansichten der ersten Autoritäten der ganzen Welt über

die Herstellung und die Prüfung von Zement in den Sprachen der führenden, Zement erzeugenden Länder zu bringen. Auf diese Weise werden wertvolle Informationen in der ganzen Welt zugänglich, unabhängig von dem Lande, aus dem sie gekommen sind, und überdies werden sie in vier Sprachen zugänglich gemacht. Es soll ausgesprochen werden, dass die Zementindustrie tatsächlich eine internationale ist, nicht nur weil die meisten, Zement erzeugenden Länder ihr Fabrikat nach anderen Ländern ausführen, sondern auch deswegen, weil die Hersteller von Zementfabriken und Prüfapparaten einen, den Erdball umspannenden Handel betreiben.

Wir haben in dieser Ausgabe den Vorzug, Artikel von einer beträchtlichen Zahl von ersten Autoritäten über Zement in Europa, den Vereinigten Staaten und anderen Ländern zu veröffentlichen. Wir hoffen, dass andere Autoritäten sowie jüngere Chemiker und Ingenieure ebenfalls interessierende Ansichten, welche sie zu veröffentlichen wünschen oder Artikel oder Notizen über neue Entwicklungen, die von Nutzen für die Fachgenossen in der ganzen Welt sein mögen, uns einsenden werden. Für solche Beiträge wird gutes Honorar gezahlt werden. Auf diese Weise wird die Zementindustrie der ganzen Welt zusammengekittet werden durch ein gemeinsames Band des guten Willens; Fachgenossen in dem einen Lande werden mit Fachgenossen in dem anderen Lande bekannt werden; die Fortschritte der Industrie werden durch den Meinungs- und Erfahrungsaustausch gefördert werden; und ein gegenseitiger guter Wille und ein gegenseitiges Vertrauen wird hergestellt, welche viel dazu beitragen werden, den Frieden in der Welt zu erhalten.

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Bezugspreise.

Auf Grund der sehr stark vermehrten Herstellungkosten von „Cement and Cement Manufacture" in seiner neuen Form, ist es notwendig gewesen, den Preis auf 2 Shilling für jedes Heft zu erhohen. Der jährliche, in der ganzen Welt postfreie Bezugspreis betragt 24 Shilling. Augenblickliche Bezieher, welche auf Grund unserer früheren Subskriptionsliste im Voraus bezahlt heben, werden so lange die Hefte zum alten Preise weiter erhalten, bis ihr gegenwartiges Abonnement ablauft.

Der jährliche Bezugspreis ist an „Cement and Cement Manufacture," London, S.W.1, Dartmouth Street 20, England einzusenden, worauf die Hefte regelmässig monatlich für die Dauer des Bezugs zugestellt werden.

Eine Zuschrift von Henry Le Chatelier.

„ In meinem Alter besitzt man das Recht, etwas auszuruhen. Die jungen Ingenieure und Chemiker von heute sollten es als ihre Pflicht ansehen, Forschungsarbeit zu leisten und die Ergebnisse der ganzen Welt derart bekannt zu geben, wie ich es zu meiner Zeit getan habe

WIR freuen uns besonders, dass wir anlasslich der Ausgabe der ersten Nummer der ersten internationalen Zementzeitschrift die obige, ermutigende Zuschrift des energischsten wissenschaftlichen Pioniers, den die Welt je gesehen hat, bekannt geben konnen

Henry Le Chatelier stammt aus einer wegen ihrer wissenschaftlichen Talente gut bekannten Familie Seine eigene Laufbahn ist eine von Arbeit und Opfern gewesen und verdientermassen sind ihm Ehrungen erwiesen worden

Im jugendlichen Alter von 27 Jahren wurde er 1877 zum Professor der chemischen Industrie an der Pariser Bergakademie ernannt, nachdem er bereits vorher sechs Jahre auf dem Polytechnikum mit Forschungsarbeiten verbracht und bei einer geologischen Kommission in Sudalgier gearbeitet hatte

1888 wurde er zum Professor am „Collège de France" ernannt, worauf eine Periode intensiver Tatigkeit begann. Er hatte bereits eine Abhandlung uber Industrieheizungen veroffentlicht und fand alsdann Zeit eine Arbeit uber „Kohlenstoff, Kieselsaure und Silikate" zu schreiben Seine Arbeiten zu dieser Zeit sind indessen noch bemerkenswerter hinsichtlich seiner glanzenden Erfindungen Das Saladin-Le Chatelier Galvanometer ist den meisten Chemikern vertraut, wahrend seine thermo-elektrischen und optischen Pyrometer fur das Messen hoher Temperaturen unentbehrlich sind

Le Chatelier hat jedoch nicht nur mit pyrometrischen Untersuchungen der Zementindustrie Dienste geleistet. Seine Apparatur zur Bestimmung der Raumbestandigkeit von Zement und zur Berechnung des spezifischen Gewichtes sind noch heute in der ganzen Welt in standigem Gebrauche, wahrend seine Theorien uber die vorwiegend chemische Struktur von Portlandzement bemerkenswert wegen ihrer Originalitat sind und noch immer den Gegenstand von Diskussionen unter den Zementforschern bilden

1892 erhielt Le Chatelier den Jerome Ponti-Preis und 1895 den La Caze-Preis, wahrend er 1911 die Bessemer Medaille erhielt Das Eisen und Stahl-Institut (England) ernannte ihn 1904 zu seinem Mitgliede, worauf 1908 die Akademie der Wissenschaften folgte

Die Dienste, welche er wahrend des Weltkrieges durch seine Untersuchungen uber Explosivstoffe und Metalle leistete, waren sehr betrachtliche und heute tragt er das Band eines Kommandeurs der Ehrenlegion

Der Triumph seiner Laufbahn stellte sich 1922 ein, als seine funfzigjahrige wissenschaftliche Arbeit durch die Verleihung einer goldenen Plakette und einer Schenkung von 100,000 Franken anerkannt wurde Der Geldpreis wurde auf seinen Wunsch der Akademie der Wissenschaften zum Zwecke der Grundung eines Stipendiums ubergeben

Henry Le Chatelier hat heute im achtzigsten Lebensjahre in grossem Umfange seine intensive Tatigkeit einstellen mussen Fur die jungere Generation der Zementingenieure und-Chemiker ist Le Chatelier ein Beispiel dafur, wieviel Nutzen ein Mann einer bedeutenden Industrie bringen kann Es ist zu hoffen, dass sie sich die oben wiedergegebene Zuschrift zu Herzen nimmt die Spalten der internationalen Zeitschrift „Cement and Cement Manufacture" stehen ihr offen, um die Ergebnisse ihrer Forschungen in der ganzen Welt den Fachgenossen zuganglich zu machen.

Eine Zuschrift von P. Malcolm Stewart.

Vorsitzender der English Cement Makers' Federation, der Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd, und der British Portland Cement Manufacturers, Ltd

Ich begrusse diese erste internationale Zementzeitschrift aufrichtig, da ich der Ueberzeugung bin, dass sie das Mittel ist, das weltumspannende Interesse an Portlandzement zu fördern, und dass sie sich als Prufstein fur die Schaffung einer freundschaftlichen Atmosphare in der Zementindustrie der ganzen Welt, der dazu dienen kann, die vielfaltigen mit der Herstellung und dem Verbrauch von Portlandzement verknupften Probleme zu diskutieren, erweisen wird.

Die Herausgeber von Cement and Cement Manufacture haben ein schwieriges Werk in Angriff genommen, als sie eine technische Zeitschrift dieser Art in vier Sprachen herausgaben; sie sind zu ihrem Unternehmen zu begluckwunschen. Der Wert der Zeitschrift kann überhaupt nicht ermessen werden. Schon diese erste Nummer enthält in englischer, franzosischer, deutscher und spanischer Sprache die Ansichten fuhrender Autoritaten der ganzen Welt über Gegenstande von ungemein wichtigem Interesse so, dass die Leser in allen führenden, Zement fabrizierenden Ländern aus dieser wertvollen Informationsquelle, die in ihrer eigenen Sprache gedruckt ist, Nutzen ziehen können. Dadurch besitzt die Zementindustrie jetzt ein Aktivum, das keiner anderen Industrie eigen ist. Sie verfügt über ein Hilfsmittel zum Meinungsaustausch in verschiedenen Sprachen, und man wird hoffen durfen, dass die Forscher aus den Seiten dieser Zeitschrift vollen Nutzen ziehen werden, um die Informationen an ihre Hilfsarbeiter in der ganzen Welt weiter zu verbreiten.

Die Zukunft der Portlandzement-Industrie ist gesichert infolge der weiten Verbreitung der notwendigen Rohstoffe wie durch den hohen technischen Standard derjenigen Kreise, welche sich mit der Forschung und der Kontrolle des Fabrikationsbetriebes befassen. Es ist notig, sich in vermehrtem Umfange auf die Anwendungsgebiete des Zements zu konzentrieren; in dem Masse, wie sich die vielfaltigen Anwendungsgebiete fur Zement erweitern, wird das Vertrauen zum Beton wachsen. Indem diese Zeitschrift die allgemeinen Grundlagen unseres Wissens vermehrt, wird sie den Vormarsch des Betons als den eines Mittels der Zivilisation sichern und das Herannahem eines Beton-Zeitalters beschleunigen.

Ich bin uberzeugt, dass diese erste Nummer nicht nur als eine Einladung zur Zusammenarbeit an unserem gemeinsamen Interesse aufgefasst wird, sondern auch als eine Botschaft des Friedens und des guten Willens, den die Zementindustriellen herbeizuführen bemüht sein sollten, um durch die Seiten der Zeitschrift Cement and Cement Manufacture in gegenseitigen Kontakt zu gelangen.

Eine Zuschrift von Robert W. Lesley.

ERSTEM VORSITZENDEN DER AMERICAN PORTLAND CEMENT ASSOCIATION.

WENN ich wegen starker geschaftlicher Inanspruchnahme nicht so wenig verfugbare Zeit hatte, bis die erste Ausgabe der internationalen Zeitschrift „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" erscheint, so wurde es mir ein grosses Vergnugen gewesen sein, Ihnen heute einen Beitrag zu senden Dieses ist jedoch unmoglich.

Ich kann daher nur meine aufrichtigen Gluckwunsche zu dem ausgezeichneten Gedanken der Herausgabe einer internationalen Zementzeitschrift und meine von Herzen kommenden Wunsche fur deren Erfolg aussprechen.

In diesen Tagen, wo sich die Meinungen schnell wandeln, passt ein plastischer Baustoff wie Zement in die Zeit, und er besitzt einen wohl verdienten Ruf wegen seiner Festigkeit und seiner Dauerhaftigkeit.

Ich habe als Pionier zusammen mit Saylor unsere amerikanische Zementindustrie sich von einer Erzeugung mit 42,000 Fass im Jahre 1880 zu einer solchen von 176 Millionen Fass in Jahre 1928 entwickeln sehen, und ich verspreche Ihnen eine Abhandlung uber diesen Gegenstand für eine spätere Nummer der Zeitschrift

Eine Zuschrift von G. F. Earle.

(BETRIEBSDIREKTOR DER G & T EARLE, LTD.)

Es sind noch nicht viele Jahre vergangen, dass die Zementhersteller ebenso wie die Fabrikanten in vielen anderen Branchen angstlich zu verhindern bemüht waren, dass irgend etwas von ihren Werken bekannt wurde, wobei es eine sehr seltene Angelegenheit darstellte, wenn einem anderen Fabrikanten die Erlaubnis zu einen Rundgang durch die Fabrik erteilt wurde Diese engherzigen Zeiten sind jetzt gluecklicherweise nur noch eine historische Erinnerung, und die gegenwartige Auffassung besteht darin, dass, obwohl die Fabrikanten sich in einem scharfen Konkurrenzkampf auf den Absatzgebieten befinden, sie alles tun, um einem jungeren Fabrikanten in Betriebsangelegenheiten zu helfen.

Der Grund fur diesen Wechsel der Auffassung ist unzweifelhaft in der Erkenntnis zu suchen, dass jeder Fabrikant fur die gesamte Industrie als solche eine Verantwortung tragt. Das ehemalige Verhalten eines Fabrikanten, nach dem er sich zu horen freute, dass ein anderer Fabrikant mit Schwierigkeiten hinsichtlich der Gute des Erzeugnisses zu tun hatte, gibt es nicht mehr; solche Dinge werden mit Bedauern vernommen, weil man sich daruber klar ist, dass unter ihnen das gesamte Geschaft als solches leiden wurde

Der Austausch von Betriebserfahrungen mit den Fabrikanten in anderen Landern ist ebenfalls zahlreich und sehr nutzlich geworden Es besteht indessen noch Spielraum fur engere Zusammenarbeit, und ich glaube, dass diese erste internationale Zementzeitschrift dazu beitragen wird, alle Fabrikanten einander zu nahern und so das Geschaft in der ganzen Welt wie auch den einzelnen Fabrikanten zu fordern.

Ich bin überzeugt, dass Ihr neues Unternehmen von allen Fabrikanten begrüsst und deren volle Unterstutzung finden wird; wenn meine Gesellschaft dieses Ziel in irgend einer Weise unterstützen kann, so würde dieses für sie ein Vergnügen sein.

Die Swanscombe-Werke der Associated Portland Cement Manufacturers Ltd.

Einige der ersten in europäischen Zementwerken zur Aufstellung gelangten Drehöfen befanden sich auf den Swanscombe-Werken der Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., indem 16 18.29 m lange Oefen sich in Montage befanden, als 1900. Diese Oefen wurden später auf 39.6 m verlängert und weitere Aenderungen sowie Verbesserungen wurden von Zeit zu Zeit in dem Masse vorgenommen, wie sich die Technik der Verwendung dieser entwickelte. Eine Generalansicht der neuen Fabrik zeigt Abb. 1 (siehe Seite 6).

Im Zusammenhang mit den schnellen Fortschritten, die im Laufe der letzten Jahre hinsichtlich Drehofenkonstruktionen gemacht wurden, wurde es klar, dass die Swanscombe-Werke mit ihren zahlreichen Veranderungen und Anbauten ihre Dienste geleistet hatten. Es wurde daher beschlossen, sie völlig zum alten Eisen zu werfen und neue Drehofen modernster Bauart aufzustellen sowie gleichzeitig das ganze Werk so umzubauen, dass dieses eine jährliche Kapazitat von circa 400,000 t Zement höchster Güte, einschliesslich des wohl bekannten hochwertigen "Ferrocrete"-Portland-zements, erhielt.

Bei diesem Umbau bestand eine Schwierigkeit in der Tatsache, dass der vorhandene Platz sehr beschränkt war und die Werke im Betrieb gehalten werden mussten. Eine beträchtliche Anzahl von Hindernissen war zu beseitigen, und die Notwendigkeit weitergehender Fabrikation schloss Verzögerungen und gelegentliche Nothilfsmittel ein, sollte die Stillegung wesentlicher Teile der Fabrik vermieden werden. Die Arbeit wurde jedoch durch die Tatsache erleichtert, dass keine Kraftanlage erforderlich war, da die notwendige elektrische Kraft von der Barking-Kraftstation der Gesellschaft für die Grafschaft London entnommen wird.

Rohmaterialien.

Umfangreiche Kreide- und Tonlager sind vorhanden, welche die erwahnte fabrikatorische Leistung fur sehr viele Jahre sicher stellen. Wenn wir zuerst mit dem Ton beginnen, so ist festzustellen, dass ein Vorkommen in 1.6 km Entfernung von der Fabrik zur Zeit abgebaut wird. Dieser Ton wird in einer Grube gewaschen, in Form von Schlamm nach den Werken gepumpt und dort in die Lager- und Mischtanks entleert. Der Tonschlamm wird den Hauptwaschmuhlen im richtigen Verhältnis mittels eines grossen, 18.29 m. hohen Elevators, der ein 76.2 cm breites Förderband aus Gummi besitzt und mit zwei Reihen von Bechern ausgestattet ist, zugeführt. Der diesen Elevator treibende Motor wird durch eine besondere, richtig angeordnete Vorrichtung derart kontrolliert, dass, wenn der Arbeiter an der Waschmühle auf einen Knopf drückt, um den Kippheber für die Kreide, auf den nachher eingegangen wird, in Bewegung zu setzen, auch der Tonelevator in Gang gesetzt und in die Lage versetzt wird, eine vorbestimmte Zeitspanne zu laufen, nach welcher

er automatisch anhält und so lange in Ruhe bleibt, bis der Arbeiter erneut auf den Knopf drückt. Selbstverständlich sind Vorrichtungen getroffen, dass in Bedarfsfalle unabhängig von dem Gang des Kreidekippers Ton zugesetzt werden kann, und in ähnlicher Weise kann der Kippheber notfalls bedient werden ohne dass Ton gleichzeitig zugesetzt wird. Abb. 2 (siehe Seite 7) zeigt einen, Kreide fördernden Löffelbagger.

Waschmühlen.

Die Kreide wurde bisher in 3 t fassenden Kippwagen nach der Waschmühle transportiert, die auf 91.44 cm breiter Aussenspur liefen; es wurde beschlossen, an ihrer Stelle Normalwagen und- Spur einzuführen und Vorrichtungen zu treffen, um gleichzeitig 10 bis 12 t Kreide direkt in die Waschmühlen zu kippen, sowie um wenigstens 120 t Kreide in der Stunde waschen zu können.

Zwei mächtige Vorwaschmühlen besitzen einen Durchmesser von je 9.14 m bei einer Tourenzahl von 11 in der Minute; sie werden von einem 250 PS starken Motor durch ein vollkommen eingekapseltes, geradzahniges Reduktionsgetriebe, das die Geschwindigkeit der Hauptwelle von 730 Touren auf 95 in der Minute mindert, getrieben. Diese Rohmühlen sind jede mit schweren Gussstahl-Gretings ausgerüstet und so auf Pfeilern errichtet, dass nach dem Auswaschen die Kieselsteine direkt in Eisenbahnwaggons durch ein Loch im Boden der Mühle herausgeschwämmt werden können. Eine der Mühlen genügt für die volle Leistung der Fabrik so, dass die andere zum Zwecke der Reinigung und von Reparaturen stilliegen kann. Auf Grund der Raumverhältnisse war es unmöglich, die Kreidewagen in diese Mühlen zu kippen, ohne sie erst hoch zu heben und zu diesem Zwecke wurde ein Kippheber eingebaut. Der Kipper hebt den Wagen 7.01 m hoch und ist so eingerichtet, dass er durch eine schwere stählerne und umsteuerbare Klappe an jede Mühle Material liefern kann.

Der Schlamm fliesst dank seiner eigenen Schwere nach einer der beiden Zwischenmühlen, von denen ein Schlammrad den Schlamm gleichmässig auf die Endmühlen verteilt. Das Schlammrad besitzt einen Durchmesser von 7.32 m und ist mit zwei Reihen von Bechern ausgerüstet, damit es die gesamte Leistung der Mühle bewältigen kann. Beide Mühlenreihen bestehen aus je einer, 6.10 m Durchmesser besitzenden Zwischenmühle, die 23 Touren in der Minute macht und mit durchlochten Rührplatten versehen ist, auf welche nach dem Elevator je drei, 6.10 m Durchmesser besitzende Endmühlen folgen, die 25½ Touren in der Minute machen und mit enger gelochten Rührplatten versehen sind. Es sind Vorrichtungen getroffen, um kontinuierlich den feinen Gries-Kies aus der Zwischen- und den Endmühlen in Transportschnecken abzusondern, zu heben und zu waschen.

Jede Mühlenreihe wird von einem 400 PS starken Motor durch ein vollkommen gekapseltes, geradzahniges Reduktionsgetriebe, das die Tourenzahl im Verhältnis von 485 zu 70 in der Minute mindert, getrieben. Jede Reihe besitzt ihr eigenes Pumpenhaus, das drei Sätze von Plungerpumpen von 30.48 × 38.10 cm enthält, die direkt durch ein Reduktions-Schneckengetriebe mit einem 20 PS starken Motor gekuppelt sind; die Geschwindigkeit der

Pumpen beträgt 9.5 Umdrehungen in der Minute. Die Pumpen arbeiten mit einem Druck von 4.22 bis 5.63 kg/qcm und geben den Schlamm an vier luftgerührte Korrektionstanks aus Eisenbeton, die jeder 5.18 m Durchmesser und 9.14 m Höhe bei einem Fassungsvermögen von je 170 cbm Schlamm besitzen, weiter. Ein System des Einblasens von Luft ist vorgesehen, und, wenn im Betriebe, so dauert, entsprechend den vorgesehenen Plänen, der Gang eines vollkommenen Kreisprozesses etwa 2½ Stunden so, dass unter dieser Vorraussetzung jeder Tank etwas über eine halbe Stunde gemischt wird, während welcher Zeit er hintereinander sechsmal durchgeblasen wird, wobei jedes Lufteinblasen etwa 15 Sekunden dauert. Bei diesem Blassystem ist die Grösse des Luftbehalters wichtig, da dieser bei jedem Blasen geleert wird, und der Druck, unter welchem das Blasen erfolgt, wird durch die Höhe des Schlamms im Tank bestimmt.

Diese Vorrichtung ist vorteilhaft, wenn die Tanks für Lagerzwecke verwendet werden; in Swanscombe werden sie jedoch nur für Korrektionszwecke gebraucht und um sicher zu gehen, dass der Schlamm richtig dosiert ist, bevor er in die Hauptmischer gelangt. Es hat sich daher als nutzlich herausgestellt, jeden Tank, nachdem er von der Waschmühle her gefüllt ist, vier-oder fünfmal durchzublasen, um gleichmässige Mischung sicher zu stellen, bevor der Schlamm in die Lagermischbehälter gelangt. Diese bestehen aus einem viereckigen Tank von 76.19 × 20.12 m Grösse mit mechanisch arbeitenden Rührern und vier runden Tanks von 20.12 m Durchmesser; diese letzteren waren bei der ursprünglichen Installierung auch mit Normalrührern nach dem Luftrührung eingeführt. Diese Vorrichtung hat volle Befriedigung gewährt.

Die Pumpenhäuser für die Mischer sind erneuert worden und die Pumpen in zwei getrennten Häusern gruppiert, von denen die eine Gruppe aus dem viereckigen Mischer und die andere aus den runden Mischern abzieht. Jedes Pumpenhaus enthält drei direkt, durch Schneckengetriebe mit 10 PS starken Motoren gekuppelte Normalpumpen von 30.48 × 38.10 cm Grösse, die direkt nach dem Ofenende pumpen. Abb. 3 (siehe Seite 8) zeigt eine Generalansicht der Waschmühlen.

Drehöfen.

Die, drei an Zahl, vorhandenen Drehöfen besitzen eine Leistungsfähigkeit von 16 t in der Stunde. Sie sind 112 m lang; die Sinterzone besitzt einen Durchmesser von 3.43 m und eine Länge von 38.71 m, während der übrige Teil des Ofens einen Durchmesser von 2.84 m hat. Jeder Ofen ist auf sieben Sätzen von Laufringen und Rollagern gelagert; der Laufring am Befeuerungsende ist 64.74 cm breit, die anderen sind 39.4 cm. breit; sie sind sämtlich 15.24 cm stark. Die Rollenlager schwanken im Durchmesser von 99.1 bis 119.4 cm.

Die Hauptantriebsfelge misst im Durchmesser 5.41 m und die Zahnräder mit einem 19 Zähne besitzenden, kleinerem Zahnrad sind mit einem weiteren geradzahnigen Getriebe im Verhältnis von 3.3 zu 1 gekuppelt. Der Rest des Reduktionsgetriebes wird durch ein völlig eingekapseltes Zahnrad bewirkt, das an dem mit schneller Tourenzahl laufenden Ende direkt mit einem

120 PS starken A.C.-Motor gekuppelt ist. Das Gesamtverhältnis der Geschwindigkeitsreduktion beträgt 1 zu 772.25 und ermöglicht, dem Ofen eine Geschwindigkeit zwischen 0.28 und 0.84 Umdrehungen in der Minute zu erteilen.

Die Zufuhr des Schlamms wird durch ein „Löffelzufuhr"-Zahnrad kontrolliert, das durch völlig eingekapseltes Schneckengetriebe mit einem 5 PS starken Motor von variabler Geschwindigkeit gekuppelt ist.

Die Kühler sind von der Art der mit dem Ofen ganz verbundenen und um das Befeuerungsende montiert; sie bestehen aus 12 Rohren je Ofen und sind jeder 5.94 m lang und besitzen einen Durchmesser von 1.19 m. Ein Viertel der Länge jedes Kühlers ist am heissen Ende mit feuerfesten Steinen ausgefuttert, während der Rest mit Ketten versehen ist.

Alle drei Oefen sind durch Ventilatoren und Nebengasleitungen mit einem Schornstein aus Eisenbeton, der 76.19 m hoch ist. Die Saugzugventilatoren, jeder mit einem Hydrometer von 7.62 cm, sind imstande 1.7 Millionen cbm Gas zu bewältigen. Abb. 4 (siehe Seite 10) zeigt die Oefen vom Beschickungsende; Abb. 5 (siehe Seite 10) zeigt die Oefen vom Befeuerungsende.

Vorrichtungen zur Kohlenfeuerung.

Einheitliche Kohlenmahlvorrichtungen vom Typ der Ringwalzenmühle sind zur Aufstellung gelangt, von denen jede in der Lage ist, bis zu 6 t Kohle in der Stunde zu mahlen. Wegen der sehr hohen Saugwirkung, welche das System der Klasseneinteilung verlangt, in Verbindung mit der hohen Luftgeschwindigkeit, die im Brennrohr bei dieser Art von Oefen und Kühlern im Brennrohr nötig ist, ist das für diesen Zweck eingebaute Gebläse von besonderer Konstruktion. Ausser dem Hauptgebläse, das einen Luftdruck von 25.4 cm im Düsenrohr erzeugen kann, ist ein Zusatzgebläse vorgesehen.

Die Zufuhr von den Trichterbehältern, die jeder ein Fassungsvermögen von 90 t besitzen, erfolgt durch einen kubischen Messapparat, mit dem ein magnetischer Trommelscheider verbunden ist, um die Entfernung aller Eisenteile sicher zu stellen.

Die meiste Kohle kommt auf dem Wasserwege nach der Werft, wo zum Bewegen dieser ein 5 t starker, elektrischer Kran Aufstellung gefunden hat, der in der Lage ist, Kohle aus den Dampfern mit 100 t stundlich auf einen Behälter zu entladen, der auf Laufradern montiert ist und seinerseits die Kohle einer Zweiseil-Drahtseilbahn weitergibt, die ebenfalls 100 t stündlich leisten kann. Diese Drahtseilbahn ist 1007 m lang und schafft die Kohle entweder in Stahlbunker, die oberhalb der Mühlen liegen oder auf ein Reservelager zu ebener Erde.

Um die Kohle von dem Reservelager zu den hochgelegenen Behältern zu schaffen, ist ein 3½ t fassender Laufkran mit einem Greifer von 1.78 t Fassungsvermögen aufgestellt, der über die ganze Länge des Lagers und auch über die Behälter für Mahlgut laufen kann. Die Bahn dieses Kranes ist auch so ausgedehnt worden, dass die Kohle direkt aus Eisenbahnwaggons entladen und zu den Behältern geschafft werden kann. Die Seilbahn kann

auch vorteilhaft dazu benutzt werden, um Gips zu lagern. Es sind weiter Vorrichtungen getroffen worden, den Gips direkt am Ende der Klinkerförderbänder aufzugeben.

Die aus den Kühlern kommenden Klinker werden mit Elevatoren gehoben und nach den Klinkerbehältern mittels Förderrinnen geschafft. Diese Förderrinnen sind durchweg in doppelter Ausführung vorhanden und legen bei einer Breite von 61 cm in der Minute 76.2 m zurück. Sie bestehen zunächst aus einem Paar eben unter den Kühlern laufender Förderrinnen, die das Material an zwei Paar geneigter Bänder regelmässig weitergeben, welche ihrerseits dieses auf die Höhe der Klinkerbehälter befördern und dann durch kubisch gebaute Messapparate einem Paar von Schüttelförderern, die je 35 m lang sind, übergeben, durch die jeder Teil der Klinkerbehälter gefüllt werden kann. Diese Vorrichtung macht vollkommen unabhängig von Elevatoren, um die Klinker zu transportieren. Die aus Eisenbeton hergestellten Klinkerbehalter, zwei an Zahl, haben jeder ein Fassungsvermögen von 1400 t. Die Behälter befinden sich in solcher Höhe, dass der Klinker direkt durch Telleraufgaben den Kugelmuhlen zugefuhrt werden kann. Die Mahlmaschinerie besteht aus 14 Sätzen von Kugel-und Rohrmühlen; die Kugelmühlen sind durch eine Stahl-und Betonplattform in solchem Neigungswinkel gelagert, dass der Gries durch eine kurze Schnecke sofort den Rohrmuhlen aufgegeben werden kann. Jede Kugel-und Rohrmühle bilden eine unabhängige Einheit, die von einem 250 PS starken Motor mit völlig eingekapseltem Zahnradreduktionsgetriebe getrieben wird. Der Felgenkranz um die Mühle besteht auch aus geschnittenen Zahnrädern und ist völlig eingekapselt. Die sämtlichen Motore und Zahnradubersetzungen fur diese Muhlen sind in separaten Raumen aufgestellt unterhalb der Klinkerbehälter. Die Motorenraume werden durch Luftwascher nach dem System des „ erfullten Raumes " ventiliert und gekühlt. Die Muhlen geben das Material an doppelte 45.72 cm breite Schneckenförderer, die in gleicher Höhe wie der Fussboden sich befinden, ab, die ihrerseits es zu einer Gruppe von vier Elevatoren im Mittelpunkt des Gebäudes fördern. Jeder dieser Elevatoren vermag die volle Leistung der Mühle, nämlich 100 t in der Stunde zu übernehmen.

Die Kugelmühlen sind zuerst nach dem geschlossenen Raum über den Klinkerbehältern hin, um auf diese Weise den Hauptteil des Staubes niederzuschlagen, und dann nach der Atmosphäre zu ventiliert. Die Rohrmühlen und alle Zementfördermittel sind durch die Kombination von zwei Zyklonen und Schlauchfiltern ventiliert. Das ganze, Rohre, Zyklone, Filter usw. einschliesssende System ist in Filz eingehüllt und hat bisher zur vollen Befriedigung gearbeitet.

Der Zement liegt in Lagerhäusern, die eine Fläche von 3455.9 qm bedecken und in der Lage sind 20000 t Zement aufzunehmen. Die in Verbindung mit den Mühlen erwähnten Elevatoren liefern den Zement an doppelte Bandförderer, die genau quer durch die Mitte des Lagerhauses verlaufen, ab und ihrerseits das Material an vier ähnliche Förderer über der Mitte der Behälter weitergeben. Von diesen Bändern werden die Behälter durch Abwurfvorrichtungen gefüllt.

Die Behälter, die 20.73 m lang sind, sind in zwei parallelen Reihen angeordnet mit einem Zwischenraum von 7.31 m in der Mitte, der am Boden eine Schnecke besitzt, die auf jeder Seite in gleicher Ebene mit den Boden und gerade frei von den Behältertüren liegt. Ein Satz von Geleisen läuft die Mitte des Zwischenraums hinunter, auf denen vier Sätze von elektrisch getriebenen Schlepp-Zahnrädern, jeder mit einem 20 PS starken Motor, sich bewegen können, um die Kratzertransporteure in Gang zu setzen, durch die die Behälter nach der Bodenschnecke zu entleert werden. Diese ihrerseits geben das Material weiter an ein System geneigter Forderbänder und Schneckentransporteure, die den Zement in die Trichterbehälter über den Packmaschinen befördern ab. Alle diese Fördermittel sind durch Reduktionsschneckengetriebe direkt mit Einzelmotoren gekuppelt.

Drei Geleise laufen gerade ausserhalb der Behalterwande parallel zum Lagerhaus, und die Packmaschinen sind zu jeder Seite dieser Geleise angeordnet, und zwar die Sackpackung auf der einen und die Fass-sowie Trommelpackung auf der anderen Seite.

Die Sackpackmaschinerie besteht aus vier Maschinen mit je zwei Fullöchern, die von einem daruber befindlichen, 50 t fassenden Trichterbehälter mittels einer Extraktionsschnecke und eines zirkulierenden Elevators gespeist werden, wodurch eine regelmässige Zufuhr zu diesen Maschinen sicher gestellt wird Die Packmaschinen sind mit Entstaubungsvorrichtungen versehen. Nachdem die Sacke von den Packmaschinen abgehangt sind, fallen sie auf einen kurzen Drahtgurtförderer, der sie seinerseits an eine, 5.18 m Durchmesser besitzende Drehscheibe weitergibt Diese Drehscheibe besitzt fünf Ladepunkte und die Säcke werden in Haufen von 1524 kg mit Seilschlingen aufgestapelt. Die Drehscheiben werden in Umdrehung gesetzt durch Motore mit Schneckengetriebe; die funf Ladepunkte werden so nacheinander unter das Ende der Förderbander gebracht, wodurch die Arbeit des Stapelns uber den Schlingen auf ein Minimum reduziert wird. Weitere Drehung der Drehscheibe bringt die runden Stapel unter zwei elektrische, oberhalb befindliche Krane von 1524 kg Traglast. Diese sind so angeordnet, dass sie die äusseren Hälften der Drehscheiben und auch das nachste Geleise bedienen, und die Sackstapel werden mit den vollständigen Schlingen direkt auf die Wagen gehoben. Die Wagen haben Normalformat mit besonderen flachen Plattformen und können bis zu 15 t Zement je Wagen transportieren.

Bei der Fass-und Trommelpackung ist die hervorstechendste Eigenschaft die Existenz von sechs Gruppen mechanisch arbeitender Ruttelmaschinen. Jedes Paar von Maschinen wird von einer Wagemaschine mit daruber befindlichem Zifferblatt gespeist. Die Plattform der Waage trägt einen kleinen Trichterbehälter von ungefähr 254 kg Fassungsvermögen mit einem Schieber am Boden. Die Zufuhr von Zement zu jeder Gruppe, die aus sechs Maschinen besteht, erfolgt von einem Trichterbehälter aus, unterhalb einer der vorher erwähnten Schneckentransporteure und wird durch ein Paar „ hin und zurück " gehender Schnecken kontrolliert, wobei jede Schnecke mit drei Auslässen und Schiebern versehen ist, die Material an die Trichterbehälter der Wiegemaschinen abgeben. Die Fässer oder Trommeln werden nach dem Packen durch Krane, die den für

die Sacke benutzten ähneln, hochgehoben und und auf Plattenwagen zum Transport nach der Werft geschafft. Abb. 6 (siehe Seite 12) zeigt eine Remamuhle; Abb. 7 (siehe Seite 13) zeigt die eine Halfte eines Klinkerbehalters; Abb. 8 (siehe Seite 13) zeigt die Motore fur die Muhlen; die Abb. 9 und 10 (siehe Seite 14 und 16) zeigen die Rohr-und Kugelmuhlen; Abb. 11 (siehe Seite 17) zeigt eine Drehscheibe der Batespackanlage.

Werft.

Die Werke liegen in einiger Entfernung vom Fluss und der geladene Zement wird nach der Werft in Zugladungen von ungefahr 200 t transportiert. Zwei elektrische Krane, von denen jeder eine Leistungsfahigkeit von 1525 kg besitzt und von denen jeder in der Lage ist, die Beladung mit 80-100 t stundlich vorzunehmen, sind zur Aufstellung gelangt. Bei niedriger Tide ist die Wassertiefe 7.01 m. Die alte Kohlenwerft, die 152.1 m lang ist, ist ebenfalls erneuert und das Wasser vertieft worden, und, wie bereits vorher erwahnt, ist ein 5 t tragender elektrischer Kran aufgestellt worden, um die Kohle und den Gips zur Seilbahn zu bewegen.

Elektrische Ausrüstung.

Die gesamte in den Werken benotigte elektrische Kraft wird kauflich erworben. Die mit der Reorganisation verknupfte Vergrosserung machte auch eine Erweiterung der Substation notwendig, um die jetzt insgesamt benotigten 5000 Kilowatt zu schaffen. Das System der Lieferfirma arbeitet mit 33000 Volt und die Reduktion auf 3000 Volt,— mit welcher Spannung der Strom entnommen wird —, erfolgt auf den Werken durch Transformatoren in der Unterstation der Kraftgesellschaft.

Die Einrichtungen des Werks beginnen bei der 3000 Kilowatt Schaltanlage, durch die die Zufuhr kontrolliert wird. Diese besteht aus einer aus acht Tafeln zusammengesetzten Schaltanlage, die aus luftisolierten fahrbaren Sicherungseinheiten errichtet ist. Diese Schaltanlage ist in einem Schaltraum untergebracht, der sich in der Nachbarschaft der Schaltanlage der Lieferfirma befindet, und sie ist so angeordnet, dass die Querbalken sich in einer Linie befinden, dass die Querbalken also fur beide Schaltanlagen durchlaufend sind, wahrend trotzdem jede in einem getrennten Raum untergebracht ist. Die Stromzufuhrtafeln in der Unterstation kontrollieren sieben, so mit einander verbunde radiale Zufuhrer, dass eine doppelte Zufuhr von 3000 Volt sechs ortlichen Unterstationen geliefert wird.

Die Leistungen der Motore schwanken von 400 PS bis ½ PS und mit Ausnahme der 500 Volt, 120/140 PS Umschalter mit variabler Geschwindigkeit, welche die Ofenmotore treiben, werden 3000 Volt direkt für 100 PS-Motore und darüber benutzt und 500 Volt, die durch Transformieren von 3000 auf 500 Volt erhalten werden, fur Motore unter der genannten Stärke. Die Beleuchtung wird mit 110 Volt-Dreiphasenstrom durch Transformation in jeder Unterstation bewirkt.

Jede der Unterstationen ist mit der nötigen Schaltanlage und Transformatoren ausgerüstet, um die Kraft-und Beleuchtungserfordernisse für jede Sektion zu liefern. Diese Art Anlage erlaubt es, dass jede Sektion von der

anderen so isoliert ist, dass sie diese nicht stort, und sie erleichtert die Feststellung des Kraftverbrauchs und der Unkosten jedes einzelnen Fabrikationsprozesses Die Unterstationen sind nach gleichen Richtlinien entworfen und die Einrichtung ist in allen identisch. Die grosste ist die der Mahl-und Packanlage, die mit einer 3000 Volt Schaltanlage, einer 500 Volt gepanzerten Schalttafel des Auszieh-Typs und den notwendigen Transformatoren ausgerüstet ist Der vorhandene Raum fur die Lage dieser und weiterer Unterstationen war begrenzt, weshalb die Transformatoren auf dem Dach montiert sind, der ein Gebaude aus Eisenbeton darstellt und uber der Mahlabteilung errichtet wurde.

Alle Motoren sind von dem Typ der gekapselten; die grossen Motore bis herunter zu 100 PS sind 3000 Volt-Schleifringmaschinen von normaler Bauart, deren Steuerung durch fahrbare Schaltzellen und langsam einruckende Flussigkeitsanlasser erfolgt Die unter 100 PS starken Motore sind Lagerschild-und Kugellagermaschinen, die in besondere Weise gekapselt sind und deren Ventilationsoffnungen sich auf der Vertikalen befinden, und die mit Ventilatoren ausgerustet sind, welche kuhlende Luft mit grosser Geschwindigkeit durch die Wicklungen und Kerne treiben; der Zweck des Kapselungs- und Ventilationssystems besteht darin, die Ablagerung von Staub in den Motoren aus einer mit Zementstaub gesattigten Luft zu verhindern. Die Motore von 100 PS bis herunter zu 30 PS Starke sind vom Typ der Schleifringmaschinen, deren Steuerung durch ebenerdig montierte Oel-Standschalter mit getrennten, langsam wirkenden Rundzellenanlassern erfolgt, wobei der Oelschalter und der Anlasser zu einer Einheit vereinigt sind. 70 Prozent der 500 Volt Motore sind unter 30 PS stark und sind Hochdrehungs-Kurzschlussmaschinen, die durch Oelstarter vom Kurzschluss-oder direkten Schaltungstyp gesteuert werden. Die Hochdrehungs-Kurzschlussmotore wurden auf 30 PS begrenzt, wegen des hohen Verbrauchs an Strom beim Anlaufen, der Storungen der Kraftspannung einschliesst und die Schaltungskosten in unwirtschaftlicher Weise steigert.

Alle Motore und Getriebe sind von einfacher und kraftiger Bauart und auf standigen Gebrauch eingestellt. Die Typen und Grossen der Kontrollgetriebe und die Geschwindigkeit und die Leistungen der Motore sind so weit wie moglich normiert worden und alle ahnlichen Ausrustungsgegenstande sind mechanisch und elektrisch auswechselbar, wodurch Reserveteile auf ein Minimum reduziert sind.

Die endliche Verteilung an jeden 500 Volt-Motor wird getrennt auf einer Verteilertafel mit Sicherungen von 50000 Kilowatt-Ampère Schaltfähigkeit vorgenommen, die augenblickliche Stromkreisunterbrechung bei Kurzschluss gewahrleisten. Die Sicherungen schutzen in vollstem Masse den Steuerungsantrieb grosser Starkstromkreise und die Streifensicherungen erlauben eine sofortige wirksame Isolierung jedes Motoren-Stromkreises zwecks Revision oder Reparatur.

Die Drehofen sind von F. L. Smidth & Co., Ltd.; Kabel von der Firma W. T. Henleys Telegraph Works Co , Ltd.; die Kohlenmahlanlage ist von der British Rema Manufacturing Co., Ltd.; die Seilbahn ist von der British Ropeway

Engineering Co, Ltd, Ponton-Loffelbagger von Priestman Bros Ltd; der Wagen-Kipphebel von der Mitchell Conveyor and Transporter Co, Ltd, die elektrischen Krane sind von Stothert & Pitt, Ltd, die Regulierventile sind von der G. Polysius A.G.; die Ventilatoren von der Firma Sturtevant Engineering Co, Ltd, die Wagemaschinen von W. & T. Avery, Ltd, die Lokomotiven von der Firma Hawthorn Leslie & Co, Ltd, die elektrische Ausrustung von der Metropolitan-Vickers Electrical Co, Ltd, und der English Electric Co, Ltd, die Schaltanlage ist von der Firma A. Reyrolle & Co, Ltd, die Zementkuhler von Vickers-Armstrong, Ltd, die Reduktionsgetriebe wurden von der Firma H. Wallwork & Co, Ltd, und der Power Plant Co, Ltd, und die Bandforderer von der Firma Fraser & Chalmers, Ltd, geliefert.

An unsere Fachpresse.

Wahrend der kurzen Zeit, welche seit dem Erscheinen von „Cement and Cement Manufacture" verflossen ist, ist eine betrachtliche Anzahl von Artikeln ohne Erlaubnis und Genehmigung in anderen Zeitschriften, welche uber Zement berichten, nachgedruckt worden. Besonders haben bestimmte europaische Zeitschriften in dieser Beziehung gesundigt und uns geschadigt. Wahrend wir diese Art von Anerkennung des Inhalts von „Cement and Cement Manufacture" zwar zu wurdigen wissen, mochten wir dennoch darauf hinweisen, dass die Verfasser der fraglichen Artikel von uns fur ihre Beitrage bezahlt werden, und dass unser Honoraretat eine betrachtliche Summe ausmacht. Die Ausgaben fur Honorare rangieren tatsachlich bei der Herstellung unserer Zeitschrift an zweiter Stelle.

Wir beabsichtigen nicht den Informationswert unserer Zeitschrift fur die Zementfabrikanten und Zementforscher einzuschranken. „Cement and Cement Manufacture" wird jetzt sogar unter grossen Unkosten in vier Sprachen erscheinen, um die Informationen allen Interessenten in der Welt zuganglich zu machen. Es ist uns durchaus willkommen, wenn andere Zeitschriften Auszuge oder Nachdrucke unserer Artikel bringen, sofern unsere ausdruckliche Genehmigung eingeholt ist; wir wehren uns aber energisch gegen die piratenmassige Ausbeutung unserer durch „Copyright" geschutzten Artikel, besonders dann, wenn nicht einmal angegeben wird, dass diese Nachdrucke unserer Zeitschrift entnommen sind.

Wenn diese Form des Diebstahls nicht aufhort, werden wir in Zukunft die Namen der betreffenden Zeitschriften zusammen mit einer Liste der aus „Cement and Cement Manufacture" ohne Genehmigung gestohlenen Artikel veroffentlichen. Diejenigen Zeitschriften, welche offenbar ihre redaktionellen Unkosten auf ein Minimum einschranken wollen, mogen sich diese Mitteilungen merken.

Ueber einige physikalische Eigenschaften von hydratisierten Zementen.

Von R. E. STRADLING, M.C., D.Sc., Ph.D., M.Inst.C.E.

DIREKTOR DER BAUFORSCHUNGSSTATION (ENGLAND)

Wie bereits in verschiedenen Berichten der Building Research Station erwähnt, wird längere Zeit bereits daran gearbeitet, einige Erscheinungen aufzuklären, die im Zusammenhang mit gelartigen Stoffen in der Baupraxis verbunden sind. Einer der wichtigsten in dieser Gruppe von Stoffen ist der Portlandzement, und es dürfte im jetzigen Stadium von Interesse sein, ein kurz zusammenfassendes Bild dessen zu entwerfen, was nach des Verfassers Auffassung der Zweck zu sein scheint, auf welchen die Arbeit der Bauforschungsstation, mit besonderer Berücksichtigung von Zement-und Betonforschungsarbeiten, abzielt.

In dem Bericht[1] des Building Research Board für den am Dezember 1926 endenden Zeitabschnitt wurde eine Klassifizierung der Baustoffe angeregt, und besonderer Nachdruck wurde der Notwendigkeit weiterer Kenntnisse über die Gruppe von Stoffen, die als „scheinbar feste" oder „gelartige" bekannt sind, verliehen. Die Arbeiten während der letzten zwei Jahre haben hervorgehoben, wie dringend notwendig diese Arbeiten sind, und wie wenig in der Tat über den Gegenstand bekannt ist. Die wesentliche mechanische Eigenschaft eines gelartigen Stoffes, die ihn von denen kristalliner Zusammensetzung unterscheidet, besteht darin, dass bei Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes Volumenänderungen eintreten, und dass diese Raumänderungen mit einer Festigkeitsänderung und einer Änderung in dem Werte für das Verhältnis von Druck zu Zug verknüpft ist. So weit wie Baustoffe ein solches Verhalten aufweisen, wird der Ausdruck „Gel" angewendet, ohne damit die Absicht zum Ausdruck bringen zu wollen, dass dadurch eine bestimmte Kapillarstruktur bezeichnet ist. Die Raumänderungen sind ohne Zweifel die Ursache der Risse und Sprünge von Beton-und Zementbewurfarbeiten, doch sind sie noch nicht genügend aufgeklärt, dass man in der Praxis vor ihnen bewahrt bleibt.

Neuere in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Deutschland veröffentlichte Untersuchungen zeigen, dass das Problem der Gel-Struktur mehr und mehr gewürdigt wird. Die fraglichen Arbeiten konzentrieren sich dort vornehmlich auf die Bewegungen, die eintreten, wenn abgebundene Zemente abwechselnd angenässt und getrocknet werden. Die eintretenden Bewegungen, über die berichtet wird, sind von der gleichen Art, wie sie in der Building Research Station festgestellt wurden. Im Laufe des verflossenen Jahres haben mehrere Abteilungen der Station über die Eigenschaften dieser gelartigen Stoffe mit besonderer Berücksichtigung der Zemente vom Typ der Portlandzemente gearbeitet. Wenn man über diese Arbeiten referiert, so erscheint es möglich, eine vorläufige Erklärung einiger der, beim Abbinde-und Erhärtungs-

[1] Siehe Seite 10-12 und Seite 43-48

prozesse auftretenden Erscheinungen abzugeben. Diese Erklärung ist mehr die einer Arbeitshypothese als die eines bewiesenen Versuches; trotz des Risikos, vorzeitige Schlusse gezogen zu haben, scheint es dennoch wert zu sein, die Bedeutung der in der Station gesammelten Menge von Versuchswerten versuchsweise zu würdigen.

Abb. 1 (siehe Seite 20) zeigt in zeitlichem Verlaufe die Kurven der Ausdehnung, die eintritt, wenn vorher getrocknete Proben verschiedener Baustoffe in Wasser getaucht werden. Verschiedene Materialien dehnen sich in verschiedenem Masse aus, und die Enddehnung scheint von zwei Faktoren abzuhängen, die beide von grosser praktischer Bedeutung sind. Diese Faktoren sind (1) die Menge des vorhandenen, sich ausdehnenden Stoffes und (2) die Leichtigkeit, mit der Wasser eindringt.

Man vergleiche z.B. den Fall des reinen Zements mit dem eines Schlackenbetons. Beim reinen Zement muss sehr viel mehr, unmittelbar einwirkende, gelartige Substanz anwesend sein als im Beton, und doch ist die Ausdehnung im zweiten Falle eine viel grössere als im ersten. Die fragliche Schlacke ist völlig raumbeständig. Keine solche zeigt selbst bei Feuchtigkeitszutritt irgendwelche Ausdehnung. Die Erklärung für die anormale Erscheinung besteht darin, dass der Schlackenbeton sehr wasserdurchlässig ist so, dass das Wasser in der Lage ist, den Zement leichter zu erreichen.

Dieses geht noch klarer aus den Abb. 3-8 (siehe Seite 22-23) hervor, die die Dehnung von Zementprobekörpern verschiedener Stärke bei Lagerung in Luft und in Wasser zeigen. Die Abb. 3, 4 und 5 beziehen sich auf die Ausdehnung von Probekörpern aus reinem Zement von verschiedener Stärke, die in Wasser gelagert waren. Abb. 3 betrifft normalen Portlandzement, Abb. 4 betrifft hochwertigen Zement, Abbildung 5 betrifft Tonerdezement. Die Abb. 6, 7 und 8 beziehen sich auf die Kontraktion von Probekörpern aus reinem Zement von verschiedener Stärke, die in Luft gelagert waren. Abb. 6 betrifft normalen Portlandzement, Abb. 7 betrifft hochwertigen Portlandzement und Abb. 8 betrifft Tonerdezement. Es kann festgestellt werden, dass die Bewegung um so grösser ist, je dünner der Probekörper ist, ob nun Wasser wie bei der Luftlagerung das Bestreben hat, auszutreten, oder ob es wie bei der Wasserlagerung ein solches einzutreten besitzt. Die halb undurchlässige Natur hydratisierten Zements bietet beträchtlichen Widerstand. Die tatsächlich gemessene Bewegung solcher Probekörper ist wirklich die Summe der Einwirkungen von Feuchtigkeitsdehnungen der Aussenschicht und der Spannung des Zementkerns. Wenn also Wasser Zutritt findet, so dehnt sich die Aussenschicht aus und wird durch den inneren trocknen Kern gehemmt; wenn der Probekörper austrocknet, so zieht sich die Aussenschicht zusammen und wird wiederum durch den inneren, nasseren Kern gehemmt.

Es ist offensichtlich, dass, wenn Wasser zu dem gelartigen Stoff gelangen kann, die Bewegung des Probekörpers, je reicher er an Zement ist, um so grösser sein muss. In der Praxis ist jedoch die Durchlässigkeit ein so überwiegender Faktor, dass die Bewegung von Betonmassen in den, in der Praxis üblichen Grössen gewöhnlich in grösserem Umfange hierauf als auf dem

Gehalt an Zement beruht, so weit normale von Tag zu Tag auftretende Feuchtigkeit in Frage kommt, obwohl schliesslich die Menge anwesenden Zements einen gewissen Unterschied hervorrufen muss, wenn Probekorper uber langere Zeitperioden unter trocknen und nassen Bedingungen gelagert werden

Die in Abb 1, wie bereits konstatiert, gezeigten Bewegungen sind die durch Nassen vorher getrockneter Probekorper entstandenen Die Bewegungen, die indessen wahrend des Abbindens und Erhartens stattfinden, sind oft noch ernsterer Natur Abb 2 (siehe Seite 21) zeigt in 90-facher Vergrosserung eine Mikrophotographie der polierten Oberflache von abgebundenem Zement Zwei Hauptbestandteile, gekennzeichnet durch die weissen Teilchen auf einem dunkleren Hintergrund, sind offensichtlich Diese weissen Partikel sind nicht hydratisierter Zement, der beim Zutritt von Wasser hydratisieren und sich ausdehnen wird

Wenn beim Mischen dem Zementpulver Wasser zugesetzt wird, so wird die Oberflache der Partikel hydratisiert, indem sich ein vollkommener, wenn auch nicht ganz undurchlassiger Uberzug bildet Der Kern des Partikel kann sich daher selbst nach vieljahriger Lagerung in Wasser als nicht hydratisiert herausstellen Warum dieses so sein kann, kann gegenwartig nur vermutet werden, da kaum nach dem Anmachen kaum ein Zweifel bestehen kann, dass Wasser die hydratisierte Hulle des Partikels durchdringen kann und auch durchdringt

Ehe die direkte Diskussion fortgesetzt werden kann, ist es notwendig die Frage der Synaresis zu behandeln Wenn Kieselsauregel durch Mischen gewisser Mengen von Salzsaure und Natriumsilikat gebildet wird, so enthalt das resultierende Gel etwa 5% Kieselsaure und 95% Wasser und gewohnliches Kochsalz Es ist eine verhaltnismassig starre Masse und bei langerem Stehen bilden sich auf der Oberflache Flussigkeitstropfen und das Gel lost sich von den Gefasswanden Dieser Vorgang der Synaresis findet selbst unter Wasser statt Die synaresierte Flussigkeit besteht praktisch aus Wasser, in dem Salz gelost ist Es ist noch nicht klar, welche direkte Anwendung aus den Versuchen uber die Synaresis von Kieselsauregelen auf den Fall der Zementgele gemacht werden kann, es scheint aber einleuchtend, dass man Synaresis als eine allgemeine Eigenschaft starrer Gele annehmen kann, und dass sie daher nicht aus der Betrachtung ausgelassen werden sollte Obwohl die Versuche, die Synaresis von Zement zu messen, in der Building Research Station vollig negative Ergebnisse geliefert haben, so ist dieses vielleicht nicht einmal zu verwundern Wenn man sich daruber klar ist, dass die Synaresis eines Kieselsauregels die Kraft ist, mit welcher die uber das Absorptionswasser[2] hinausgehende Menge Wasser bei den Feuchtigkeitsbedingungen volliger ausserer Sattigung abgespalten wird, so sollte man sich daran erinnern, dass das, einem Zement zugesetzte Wasser eine sehr willkurliche Menge darstellt und wahrscheinlich nicht ausreichend ist, um den gesamten Zement vollkommen

[2] Siehe wegen der Behandlung dieser Frage und anderer in diesem Artikel angewandter Terminologien „Einwirkung von Feuchtigkeitsanderungen auf Baustoffe" von R E **Stradling (Building Research Bulletin Nr 3)**

zu hydratisieren, selbst wenn dieses physikalisch möglich wäre. Nur die Oberflächen der Zementpartikel sind dann hydratisiert mit etwa 30-40% der anwesenden Menge an Zement so, dass möglicherweise in der Gel-Struktur bald nach dem Anmachen Wasser in Ueberschuss des Gleichgewichts mit den äusseren Feuchtigkeitsbedingungen vollkommener Sättigung vorhanden ist. In der ersten Zeit kann Wasser langsam durch die hydratisierte Deckhaut durchdringen, doch verlangsamt sich diese Durchdringung offensichtlich bald, weil wahrscheinlich die Kanäle, welche das Wasser passieren muss, verschmiert sind. Diese Durchlässigkeit und die daraus folgende spätere Hydratation sind indessen wahrscheinlich ausreichend, jede Wassermenge aufzunehmen, die im ersten Stadium mit dem Ergebnis synäresiert wird, dass sich auf den Oberflächen der Probekörper kein Wasser zeigt.

Wenn wir zur direkten Diskutierung der Probleme zurückkehren und voraussetzen, dass Synaresis eine allgemeine Eigenschaft starrer Gele ist, so ist es klar, dass selbst, wenn Probekörper aus hydratisiertem Zement so bald wie möglich nach dem Anmachen in Wasser getaucht werden, in so weit Kontraktion festgestellt werden sollte, wie es die bestehende Gel-Struktur betrifft. Bei normalem Portlandzement wird indessen das Gegenteil beobachtet. Man wird also zu der Annahme gebracht, dass entweder Synaresis nicht stattfindet und Zementgele, selbst bei der Entstehung eine geringere Wassermenge enthalten als dem Gleichgewicht äusserer Sättigung entspricht, oder aber andererseits, dass die hydratisierte Zementhülle in der ersten Zeit wasserdurchlässig ist und dass weitere Hydratation eintritt, welche die Ausdehnung, die man an frisch bereiteten, in Wasser gelagerten Portlandzement-Probekörpern beobachtete, verursacht.

Unter Berücksichtigung anderer, nachher zu diskutierender Erscheinungen scheint alles darauf hinzudeuten, dass weitere Hydratation stattfinden kann. Es ist daher vernünftig, vorläufig zu folgern, dass die alternative Annahme die richtige ist, das heisst, dass hydratisierter Zement an sich nicht von anderen starren Gelen unterscheidend angesehen werden sollte, sondern dass die beobachtete Ausdehnung weiterer Hydratation zuzuschreiben ist, die infolge des Durchtritts von Wasser durch die äussere Hülle verursacht wird.

Experimentelle Untersuchungen zeigen indessen, dass diese weitere Hydratation bei Wasserlagerung nicht sehr lange fortschreitet. Abbildung 3 (siehe Seite 22) veranschaulicht diese Tatsache auf Grund der Arbeiten der Building Research Station. Probekörper aus reinem, normalem Portlandzement, an denen Messungen vorgenommen wurden, liess man nie vom Anmachen an trocken werden. Sie bestanden aus rechtwinkligen Stäben von 5,08 × 10,16 cm Grösse, in die an jedem Ende kleine Metallkugeln eingelassen waren. Die Messung wurde zwischen diesen Kugeln mit einem Mikrometer vorgenommen. Drei Serien von Stäben waren vorhanden, von denen jede eine bestimmte Stärke besass, obwohl Länge und Breite in allen Fällen (5,08 × 10,16 cm) die gleichen waren. Die Kugeln wurden so eingelassen, dass die Messlänge, über welche die Bewegungen gemessen wurden, in allen Fällen 7,62 cm betrug. Die Stärke der drei Serien von Probestäben war 0,32, 1,27 und 5,08 cm. Man erkennt, dass anfangs die Dehnungen schneller waren und

in den dunnen Probekorpern grosser als in den starkeren Nach einer gewissen Zeit scheinen die Kurven praktisch parallel zu verlaufen und, obwohl alle Proben langenmassig wachsen, scheint das Mass des Wachsens langsam und unabhangig von der Starke der Probekorper zu sein

Offenbar befinden sich im ersten Stadium sowohl die chemische Aktion der ersten Hydratation wie die Erhartung des Materials noch im Fortschreiten, die Substanz ist noch nicht zu einer einheitlichen Masse erhartet und Wasser kann eindringen Spater kommen diese drei Vorgange indessen zum Stillstand oder verlangsamen sich wenigstens Wahrscheinlich werden die beiden ersten Vorgange zum Stillstand gelangen, und die Durchdringung von Wasser wird sehr langsam Etwas Wasser muss jedoch hindurchdringen, da sonst die weitere Hydratation sich nicht fortsetzen konnte und der fortschreitende Langenzuwachs schwierig zu erklaren sein durfte

Einige der Folgerungen aus diesen Hydratationsbewegungen sollen spater auseinandergesetzt werden, bei einer Diskussion dieser Arbeit mussen indessen die Versuche von V H White in den Vereinigten Staaten von Amerika erwahnt werden White hat Messungen der Bewegungen von Zementstaben uber einen Zeitraum von ungefahr neunzehn Jahren ausgefuhrt und dabei gefunden, dass, wenn ein vorher getrockneter Zementstab zwei Jahre in Wasser gelagert wurde, eine lineare Ausdehnung von uber 0 5 % stattfinden konnte Nach dem Verlauf von neunzehn Jahren finden noch beim wechselnden Nassen und Trocknen Ausdehnungen und Kontraktionen statt, und daher liegt eine gewisse Begrundung fur die Annahme vor, dass diese Feuchtigkeitseinwirkungen wahrscheinlich so lange wirksam sind, wie die Lebensdauer einer Konstruktion in der Praxis ist

Schnell erhartende Zemente.

Vom physikalischen Gesichtspunkte aus konnen die schnell erhartenden Zemente, sowohl die der Portland- wie der Tonerdeart, als Typen angesehen werden, bei denen, wie der Ausdruck besagt, die Prozesse des Abbindens und Erhartens in sehr kurzem Zeitraum zu Ende kommen, verglichen mit normalem Portlandzement

Die Abb 4 und 5 (siehe Seite 22) zeigen Kurven von Probekorpern aus hochwertigen Zementen und aus Tonerdezement, die den aus Portlandzement erhaltenen, welche zu den Versuchen der Abbildung 3 verwendet wurden, nach Grosse und Gestalt ahneln Im allgemeinen traten die gleichen Erscheinungen auf; der einzige bedeutende Unterschied trifft fur den Fall des 5 08 cm starken Probekorpers aus Tonerdezement (Abb 5) zu In diesem Falle tritt selbst bei Wasserlagerung zuerst Schwindung ein, auf welche, ahnlich wie bei den anderen Zementen, Expansion folgt Diese Schwindung ist charakteristisch fur grossere Probekorper aus Tonerdezement Es wird angenommen, dass diese auf der Synaresis des wahrend der chemischen Prozesse sich bildenden Gels beruht, und dass sie mit diesen grosseren Proben verknupft ist, weil die chemischen Prozesse so sehr viel schneller vor sich gehen und das

Material abgebunden und verhältnismassig früh undurchlässig ist. Die gleiche Erscheinung wird bei Betonen beobachtet.

Die Luftlagerung von Zementproben bedingt ganz andere Verhältnisse. Der Hauptfaktor ist der der Austrocknung. In den Abb. 6, 7 und 8 (siehe Seite 23) werden Kurven von Versuchsserien gezeigt, die aus ähnlich grossen Probekörpern, wie sie für die vorhergehenden Kurven benutzt wurden, erhalten wurden.

In allen Fällen tritt Schwindung ein und je dunner der Probekorper ist, um so grösser ist das Mass der Gesamtbewegung, obwohl die Bewegungen nach einer gewissen Zeit konstant werden und die Kurven, die im Neigungswinkel nur mit Veränderung des Feuchtigkeitsgehalts der Lagerungsluft wechseln, parallel verlaufen. Während jede Hydratation zum Stillstand gelangt ist, erscheint es unter der Voraussetzung, dass die umgebende Luft bemerkenswerte Feuchtigkeitsmengen enthalt, moglich, dass in geringem Umfange weitere Hydratation stattfinden kann, wenn irgend ein mechanischer Bruch erfolgt und damit in ausreichender Menge hydratisierte Klinkerpartikel freigelegt werden. Das nach einem Bruch solche weitere Hydratation stattfinden kann, wird durch das Phanomen der „Autogen-Heilung," ein Ausdruck, der sich auf die Rückgewinnung der Festigkeit eines Betons, nachdem dieser partiell gebrochen war, bezieht, demonstriert.

Mörtel und Betone.

Der für Konstruktionszwecke benutzte Beton wird notwendigerweise zumeist an der Luft abbinden und erhalten. Es ist allgemein bekannt, dass wenn reiner Zement verwendet wird, bedenkliche Rissbildung eintritt, und dass diese Rissbildung dann beträchtlich vermindert wird, wenn ein inaktives Füllmaterial wie Sand, Kies oder ähnliche Stoffe der Mischung zugesetzt wird. Selbstverstandlich ist die, verminderte Rissbildung nicht der Hauptgrund, warum an Stelle von reinem Zement Beton verwendet wird. Naturlich ist die Frage der Gestehungskosten von Bedeutung. Trotzdem bleibt die Tatsache bestehen, dass reiner Zement bei grossen Flachen unter normalen Bedingungen praktisch als Konstruktionsmaterial wertlos ist wegen des beim Austrocknen eintretenden Schwindens.

Wie mindert nun die Anwesenheit eines inaktiven Füllstoffes das Auftreten von Rissen? In erster Linie wird angenommen, dass auf Grund des Schwindens von Zement um die inaktiven Partikel eine Konzentration von Spannungskräften eintritt; diese führt zu einer Verteilung dieser und danach zu einer Entlastung der Spannungen. Tritt hierdurch keine Entlastung ein, so entstehen Haarrisse in der Zementhulle und auf den inaktiven Partikeln, die wiederum zu einer Spannungsentlastung führen.

Wenn keiner dieser Fälle eintreten kann, oder wenn auf Grund der besonderen Formgebung des Betons eine einfachere Möglichkeit der Entlastung durch grosse Rissbildung eintritt, dann wird selbst die Gegenwart inaktiver Füllstoffe die Entstehung von bedenklichen Rissen in dem reinen Zement nicht verhindern.

In der Building Research Station durchgeführte Messungen der Spannungsübertragungen von Beton und Mörtel, die sich unter Druck befanden, haben ergeben, dass je grösser die angewendete Druckbelastung war, um so grösser auch die Tendenz zur Verteilung dieser war, und dass je älter die Probekörper waren, um so kleiner auch diese Tendenz der Druckweiterleitung war. Weiter ist die Entstehung mikroskopisch kleiner Risse wahrscheinlich dann am naheliegendsten, wenn die Festigkeit noch sehr niedrig ist; das heisst also in der ersten Zeit der Erhärtung. Wie aus dem Nachfolgenden hervorgeht, scheint die mikroskopisch kleine Rissbildung dann von überragender Bedeutung in Verbindung mit den Lagerungsverhältnissen zu sein, wenn undurchlässiger Beton verlangt wird, und sie ist besonders markant, wenn in dieser Beziehung normale und hochwertige Zement verglichen werden.

Vielleicht dürfte die Zitierung eines übertrieben dargestellten Beispiels der Wirkung von Nutzen sein. Wenn man gepulverten Bimsstein als inaktives Füllmaterial und Kieselsäure-Gel als Bindemittel verwendet, so kann man Probekörper erhalten, die sehr viel mehr als gewöhnlicher Mörtel schwinden. Unter Zuhilfenahme bildmässiger Erläuterung wurde eine Serie von Würfeln aus verschiedenen Mischungen von Kieselsäure-Gel mit gepulvertem Bimsstein angefertigt. Die in Abb. 9 (siehe Seite 27) mit 100% bezeichneten wurden hergestellt, indem die Form völlig mit gepulvertem Bimsstein gefüllt wurde und hierauf Kieselsäure-Gel, das durch Mischen von Wasserglas mit Salzsäure gebildet wurde, zugesetzt wurde. Die mit 75% bezeichneten Proben wurden angefertigt, indem die Form zu dreiviertel mit Pulver gefüllt und dann gelartiges Bindemittel zugesetzt wurde, wobei die Form während des Abbindens des Bindemittels geschüttelt wurde. In ähnlicher Weise wurden die mit 50% und 25% bezeichneten Würfel hergestellt, indem nämlich die Form zur Hälfte bezw. zu ein Viertel mit Pulver gefüllt und hierauf das Gel zugesetzt wurde, wobei ebenfalls während des Abbindens die Form geschüttelt wurde. Das reine Gel wurde gebildet, indem ein Wurfel nur aus Kieselsäure gegossen wurde. Die Photographien von Abb. 9 (siehe Seite 27) zeigen das Aussehen der Würfel nach verschieden langen Trocknungsperioden. Das Bindemittel enthielt etwa 95% Wasser so, dass das Schwinden beim Austrocknen ausreichend war, um das Reissen des Bindemittels um den Bimsstein herum sicher zu stellen.

Man beachte zuerst die Serie von Aufnahmen, die aus 100% Bimsstein-Würfeln bestanden. Man erkennt, dass die Grösse der Würfel sich im Verlaufe von 27 Tagen nicht sichtbar geändert hat; tatsächlich hat eine kleine Expansion stattgefunden. Das aus Kieselsäure-Gel bestehende Bindemittel ist um die Bimspartikel, die nur einen ganz lockeren Zusammenhang aufweisen, vollkommen zusammengebrochen und, wenn man den Würfel in diesem Alter bewegt hätte, es sei denn mit der grösstmöglichen Vorsicht, so würde er zu einem Pulverhaufen zusammengefallen sein, ähnlich dem Bimssteinsand, mit dem ursprünglich die Form gefüllt worden war. Nunmehr beobachte man die mit „ Kieselsäure-Gel " bezeichneten Serien. Hier handelt es sich um das reine Bindemittel, und man erkennt, dass der Würfel in wachsendem Masse zusammengeschrumpft ist, dass sich schliesslich grosse Risse bildeten

und dass Stücke heruntergefallen sind. Die Würfel der dazwischen liegenden Zusammensetzungen haben sich, als in der Mitte zwischen den beiden diskutierten Fällen liegend verhalten.

Abb. 10 (siehe Seite 29) zeigt Ansichten einiger dieser Würfel in verschiedenem Alter. Die offenbaren Trübungen der Photographien der frischen Würfel sind auf die von dem Kieselsäure-Gel bedeckten Bimsstein-Körner zurückzuführen.

Eine Prüfung dieser Aufnahmen ermöglicht, folgende Schlüsse zu ziehen:

(1.) Je grösser der Gehalt an Bindemittel ist, um so grösser ist die Totalschwindung.

(2.) Je grösser der Gehalt an Bindemittel ist, um so grösser sind die durch Schwinden entstandenen Risse.

(3.) Bei den fetteren Mischungen tritt die Zerstörung zuerst durch Bildung grösser Risse ein, auf die kleinere folgen, welche sich um die einzelnen Partikel des Zuschlagstoffes bilden.

(4.) Bei der magersten Mischung (100% Bimsstein) erfolgt der Bruch, da das Material nicht weiter verdichtet werden kann, um die einzelnen Partikel des Bimssteins.

In der Praxis sind die Schwindbewegungen eines Zementes natürlich nicht von der gleichen Art wie die eines Kieselsäure-Gels. Die Fälle sind indessen analog, und es wird behauptet, dass erst dann die Ursachen für das Verhalten von Mörtel und Beton verstanden werden, wenn man sich hierüber klar geworden ist. Mit anderen Worten gesprochen ist es also notwendig, sich das Bild eines Bindemittels, das, um inaktive Partikel gruppiert, schwindet, im Gedächtnis zu bewahren, wenn nicht die Unregelmässigkeiten beim Prüfen von Zement und Beton weiter ungeklärt bleiben sollen.

Abschliessend mag betont werden, dass eine Mörtel-oder Betonmasse gewöhnlich voller innerer Spannungen auf Grund ungleichmässigen Schwindens in den einzelnen Teilen der Masse ist, Spannungen, die noch zu den durch anfängliche Kontraktion entstandenen hinzutreten. Darüber hinaus müssen erhebliche Spannungen auftreten, wenn weitere Hydratation von vorher nicht hydratisierten Partikeln wie bei der Wasserlagerung erfolgt. Diese Spannungen müssen entweder zum Bruch führen oder entlastet werden infolge Spannungsausgleichs. Der Bruch ist nicht so bedenklich, wenn die Körper völlig in Wasser eingetaucht sind, da die Hydratation automatisch die Bruchstelle zu heilen bestrebt ist.

So lange der Mechanismus dieser Feuchtigkeitsverhältnisse nicht besser erkannt ist, wird die Kontrolle von Rissen und dergleichen praktisch nicht möglich sein. So wie die Erforschung der Wärmebehandlung von Metallen, neue Gebiete des Ingenieurwesens erschlossen hat, so wird auch die Erforschung der parallelen Erscheinungen der Feuchtigkeitseinwirkung auf Zement und zementartige Materialien weitere Erfolge im Bauingenieurwesen ermöglichen.

Zur Beurteilung der Zemente.

Von Prof. Dr. HANS KUHL.

(LABORATORIUM PROFESSOR, ZEMENTTECHNISCHES INSTITUT DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE, BERLIN.)

DIE Normenvorschriften, die die Kulturstaaten der Erde für die Prüfung und Beurteilung von Zement erlassen haben, bilden ein buntes Mosaik, in welchem selbst der Fachmann sich schwer zurecht findet, die Zersplitterung geht so weit, dass es schon eines eifrigen Suchens bedarf, um auch nur *einen* Punkt ausfindig zu machen, in welchem die Vorschriften verschiedener Länder miteinander übereinstimmen!

Schon bei der Begriffserklärung finden wir die grössten Mannigfaltigkeiten bezüglich dessen, was zum Beispiel als Portlandzementklinker und Portlandzement bezeichnet werden soll. Während manche Länder unter Portlandzementklinker nur einen Klinker verstanden wissen wollen, der durch Brennen einer *künstlich* hergestellten innigen Mischung kalk- und tonhaltiger Materialien entstanden ist, lassen andere Länder auch Klinker, für deren Gewinnung *natürliche*, richtig zusammengesetzte Mergel ohne künstliche Aufbereitung dem Brennprozess unterworfen wurden, als Portlandzementklinker gelten.

Und wie der Begriff des Portlandzementklinkers verschieden erfasst wird, so bestehen die grössten Unterschiede auch bezüglich der Ansicht dessen, was unter Portlandzement zu verstehen sei. Während zum Beispiel in England dem Klinker nach dem Brennen *nur* Gips und Wasser in vorgeschriebenen Mengen zugesetzt werden dürfen, ist man in Deutschland und manchen anderen Ländern schon etwas toleranter, indem man innerhalb gewisser Grenzen den Zusatz beliebiger Stoffe gestattet, die der Regulierung der Abbindezeit oder anderen Zwecken dienen. Wieder andere Länder, wie zum Beispiel Italien, haben auf eine strenge Begriffserklärung für Portlandzement überhaupt verzichtet, demzufolge können in Italien auch Fremdstoffe dem gebrannten Klinker zugemahlen werden, ohne den Handelswert des Erzeugnisses zu beeinträchtigen, sofern nur die technischen Eigenschaften den Vorschriften genügen.

Ich will nicht auf die vielfachen Unterschiede geringerer Art eingehen, die in den verschiedenen Ländern bei den Prüfungsvorschriften für Mahlfeinheit, Raumgewicht und Abbindezeit bestehen, hier ist wenigstens noch eine grundsätzliche Übereinstimmung und eine durchgehende Linie zu erkennen, welche allzu grosse Differenzen ausschliesst. Recht vielgestaltig scheinen dagegen die Meinungen bezüglich einer Prüfungsvorschrift für die schnelle Ermittlung der Raumbeständigkeit zu sein. Während wohl alle Länder die 28tägige Kaltwasserprobe vorschreiben, finden wir vielfach auch das Verlangen nach einer „beschleunigten" Raumbeständigkeitsprobe, und hier begegnet uns wieder eine Mannigfaltigkeit, die erstaunlich ist. Während für die beschleunigte Prüfung im allgemeinen eine Prüftemperatur von 100° gewählt wird, schreibt beispielsweise Australien eine Prüftemperatur von 80-94° vor, und während in den meisten Ländern die Kochprobe in irgend einer Form—sei es als Kuchenprobe, sei es als Le Chatelier-Probe—zur Anwendung gelangt, haben andere Länder, zum Beispiel Polen, die Einlagerung der Versuchskörper in Wasserdampf statt in Wasser vorgeschrieben.

Schier riesengross aber ist die Mannigfaltigkeit der Vorschriften für die Festigkeitsprüfung. Bald ist es die Zugfestigkeit, bald die Biege-

festigkeit, bald die Druckfestigkeit, bald eine Vereinigung mehrerer Festigkeitsarten, die der entscheidenden Beurteilung eines Zementes zu Grunde gelegt wird; wir finden Vorschriften für die Prüfung von reinem Zement und solche für die Prüfung von Sandmörtelmischungen; einige Länder prüfen plastische, andere erdfeuchte Mörtel; die maschinelle Anfertigung der Probekörper beansprucht den Vorrang gegenüber der manuellen Anfertigung, und selbst bei der einen wie bei der anderen Art der Anfertigung bestehen noch wieder die grössten Unterschiede in den Prüfungsvorschriften, indem der Hammerapparat mit der Ramme und der Spatel mit dem Daumen der Hand im Krieg liegt! Kann es da Wunder nehmen, dass auch die Zahlenwerte, die für die Festigkeit verlangt werden, die grossten Unterschiede zeigen, und zwar Unterschiede, die nicht nur durch das jeweils vorgeschriebene Prüfungsverfahren bedingt sind, was natürlich wäre!—sondern auch Unterschiede, die eine sehr verschiedene Auffassung über die Guteanforderung an sich erkennen lassen?

Dieser kleine Überblick mag genügen, um auch dem Fachmann, der mit der Materie nicht genau vertraut ist, zu zeigen, dass wir von einer Einheitlichkeit im Zementprüfungswesen, wie sie der neue Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik anstrebt, weiter entfernt sind, als je zuvor.

Es liegt nun nahe, aus der Mannigfaltigkeit der Prüfungsvorschriften auf einen ebenso mannigfaltigen Stand der Technik in den verschiedenen Ländern zu schliessen, denn schliesslich kennzeichnen doch die Prüfungsvorschriften das Ziel, nach dem die Technik streben soll. Die Wirklichkeit zeigt, dass gerade das Gegenteil richtig ist. Die Güte der Zemente dürfte in allen fortgeschrittenen Kulturstaaten annähernd auf der gleichen Höhe stehen, und wenn dies trotz so uneinheitlicher Prüfungsvorschriften erreicht werden konnte, so darf man hieraus wohl den Schluss ziehen, dass die Prüfungsvorschriften trotz des bunten Bildes, das sie bieten, unter einander im ganzen doch ebenso gleichwertig sind, wie die Leistungen der Industrie, für die sie die Leitlinien bilden. • Das sollten sich ganz besonders diejenigen Stellen überlegen, die bemüht sind, eine internationale Vereinfachung der Prüfungsvorschriften herbeizuführen! Es ist wirklich ziemlich gleichgültig, ob man beispielsweise den Schwefelsäuregehalt auf, 2,5% oder auf 3% beschränkt, ob man für den Siebrückstand auf dem Sieb mit 4900 Maschen/qcm einen Höchstwert von 20% oder von 25% zulässt, ob man als beschleunigte Raumbeständigkeitsprobe die Michaelis'sche Kochprobe oder den Le Chatelier'schen Nadelversuch wählt, ob man die Abbindezeit mit der Vicat—oder mit der Gillmore-Nadel bestimmt, oder schliesslich, ob man die Festigkeit an plastischem oder erdfeuchtem Mörtel prüft, obwohl hier noch am ehesten ernsthafte Meinungsverschiedenheiten möglich sind.

Es ist nicht der Zweck dieser Zeilen, sich mit solchen Einzelheiten zu befassen; ich möchte vielmehr versuchen, einigen allgemeinen Gedanken über die Prüfung und Beurteilung der Zemente und ihrer künftigen Entwicklung, wie ich sie mir vorstelle, Ausdruck zu geben.

Da erhebt sich zunächst die grundsätzliche Frage, ob man möglichst allgemeine, ganze Gruppen von Baustoffen umfassende Prüfungsvorschriften erlassen soll, wie das beispielsweise Italien getan hat, oder ob eine scharfe Spezialisierung richtiger ist, wie wir sie in Deutschland finden. Ich bin der Ansicht, dass die Prüfungsvorschriften der Eigenart eines jeden Baustoffes genau angepasst sein müssen, und dass darum eine weitgehende Spezialisierung nicht zu vermeiden ist. Ich hatte noch ganz kürzlich, bei einem Vortrage vor der Wanderversammlung des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikan-

ten in Dresden, Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass selbst zwei Portlandzemente — Portlandzemente im Sinne der engen Fassung der deutschen Normenvorschriften! — sich recht verschieden bei der praktischen Verarbeitung verhalten können, selbst wenn sie gleiche Normenfestigkeit haben. Schon mit den bescheidenen Hülfsmitteln des Laboratoriums konnte ich zeigen, dass zwei solche nach der Normenprüfung gleichwertige Portlandzemente bei der Prüfung als nasse Mörtel Festigkeitszahlen lieferten, die um 50% auseinander gingen; und noch viel auffallendere Unterschiede beobachtete Guttmann, der aus zwei Portlandzementen von gleicher Normenfestigkeit nasse Betonkörper herstellte und an diesen Festigkeitsunterschiede von 100% beobachtete! Wenn solche Verschiedenheiten selbst bei Zementen *gleicher Gattung* und gleicher Normenfestigkeit auftreten können so ist es nicht schwer, sich ein Bild davon zu machen, wie verschieden das praktische Verhalten von Mörtelstoffen *verschiedener Gattung* sein wird, wenn sie nach den gleichen Vorschriften geprüft werden! Es ist beispielsweise garnicht schwierig, aus Kalk und zementähnlichen Zuschlägen Mischungen herzustellen, die, nach den Vorschriften für Portlandzement geprüft, ausgezeichnete Prüfungsergebnisse liefern. Werden jedoch solche Mörtelstoffe auf andere Weise, beispielsweise mit hohen Sandzusätzen oder als nasse Mörtel geprüft, so zeigt sich fast immer, dass sie Portlandzementen mit gleichen Normenfestigkeiten weit unterlegen sind. Darum möchte ich für die Beurteilung der hydraulischen Bindemittel als obersten Leitsatz die Regel aufstellen: „*Jedem* Bindemittel *seine* Normen!"

Wenn in den Normenvorschriften vieler Länder heute noch Vorschriften für das spezifische Gewicht und für das Litergewicht enthalten sind, so halte ich solche Vorschriften für überholt. Portlandzemente, die einer strengen Begriffserklärung genügen und angemessene technische Vorschriften erfüllen, haben ganz von selbst ein hohes spezifisches Gewicht. Und wenn das Festhalten am Litergewicht damit begründet wird, dass auf der Baustelle Zement und Zuschlagstoffe oft noch nach Raumteilen gemischt werden, so sollte man statt einer unnötigen Belastung der Zementnormen mit dem Litergewicht lieber Vorsorge treffen, dass auf der Baustelle die Mörtelstoffe grundsätzlich nach Gewicht gemischt werden—was nicht ausschliesst, dass man in der praktischen Handhabung mit Raumteilen arbeitet, nachdem man zuvor das Raumgewicht von Zement und Zuschlagstoffen festgestellt hat.

Die Vorschriften über die Mahlfeinheit kennen bisher nur Höchstwerte für die zulässigen Siebrückstände; es ist noch niemand auf den Gedanken gekommen, auch Mindestwerte festzusetzen und damit vorzuschreiben, dass die Zemente nicht allzu fein gemahlen werden dürfen. Ich bin der Ansicht, dass die Zeit nicht mehr allzu fern ist, wo solche Mindestvorschriften für die Korngrösse der Zemente wichtiger sein werden, als die heutigen Höchstvorschriften. Dass die Zemente nicht allzu grob in den Handel kommen, dafür sorgen schon die Anforderungen, die an ihre Erhärtungsfähigkeit gestellt werden; wer die heute vorgesehenen hohen Festigkeitszahlen erreichen will, muss seinen Zement schon gehörig fein mahlen! Hat man aber lange Zeit geglaubt, dass Zement garnicht fein genug gemahlen werden könne, so mehren sich heute die Stimmen, welche eine allzu weit getriebene Mahlfeinheit ablehnen. Vielfach stützt man sich hierbei auf den bereits erwähnten Umstand, dass das Raumgewicht bei sehr fein gemahlenen Zementen allzu sehr herabgeht, wodurch Schwierigkeiten auf der Baustelle entstehen können, so lange Zement und Zuschlagstoffe noch nach Raumteilen gemischt werden; von anderer Seite ist darauf hingewiesen

worden, dass sehr fein gemahlene Zemente verhältnismässig leicht ablagern. Ich halte beide Einwendungen nicht gerade für entscheidend, sondern sehe die Gefahr einer allzu übertriebenen Feinmahlung vor allem darin, dass, wie ich ebenfalls kürzlich auf der Wanderversammlung des Vereins Deutscher Portland-Cement Fabrikanten zeigen konnte, sehr fein gemahlene Portlandzemente gegen höhere Wasserzusätze wesentlich empfindlicher sind, als grob gemahlene Zemente. Hier, im Kornaufbau der Zemente, liegt nach meiner Ansicht der Schlüssel für das Verständnis der bereits erwähnten merkwürdigen Tatsache, dass Portlandzemente gleicher Normenfestigkeit bei nasser Verarbeitung zu Beton Festigkeitszahlen liefern können, die bis zu 100 auseinander gehen. Darum glaube ich, dass eine künftige Beurteilung der Zemente nach der Kornzusammensetzung sich weniger an rein mechanisch festgesetzte Höchstzahlen für den Siebrückstand auf einem doch verhältnismässig groben Siebe halten, als vielmehr dem Kornaufbau als solchem unter besonderer Berücksichtigung des Gehaltes der Zemente an allerfeinsten Bestandteilen Beachtung schenken wird. Die Möglichkeit hierzu ist durchaus gegeben, nachdem uns zuverlässig arbeitende Windsichtmaschinen und Sedimentationsapparate für die Ermittlung des Feinkornaufbaues der Zemente zur Verfügung stehen.

Wenn die Abbindezeit der Zemente heute ganz allgemein an plastischen Mörteln aus reinem Zement mit der Nadel bestimmt wird, so soll man darüber nicht vergessen, dass der Zement in der Praxis unter ganz anderen Bedingungen verarbeitet wird. Der, auf Zement gerechnet, weitaus höhere Wasserzusatz im Mörtelbrei und in der Betonmasse führt zu wesentlich längeren Abbindezeiten, als sie uns der Laboratoriumsversuch liefert. Darum wäre es wohl zu begrüssen, wenn sich für die Bestimmung der Abbindezeit ein Verfahren finden liesse, das den Verhältnissen in der Praxis näher käme. Die Lösung dieser Aufgabe wird freilich nicht einfach sein, und von der Einführung thermischer und elektrischer Methoden verspreche ich mir nichts; sie sind dem Zufall in noch weit höherem Masse unterworfen, als das mechanische Prüfungsverfahren mit dem Nadelapparat.

Sehr umstritten waren von jeher die Anforderungen an die Raumbeständigkeit der Zemente. Nachdem es heute als feststehende Tatsache gelten kann, dass der erhärtete Zement aus einer Gelmasse besteht, deren Wassergehalt sich nach der Temperatur und dem Dampfdruck seiner Umgebung richtet, hat man sich zu der Erkenntnis durchringen müssen, dass es absolut raumbeständigen Zementmörtel überhaupt nicht gibt und nicht geben kann. Trotzdem muss natürlich an jeden Zement eine Mindestforderung hinsichtlich seiner Raumbeständigkeit gestellt werden. Aber wie soll diese Mindestforderung aussehen? Dass die 28tägige Kaltwasserprobe allzu geringe Ansprüche stellt, wird heute kaum noch bestritten. Ebenso unbestritten aber ist es, dass alle „beschleunigten" Raumbeständigkeitsproben sich allzu weit von der Praxis entfernen und darum auch von zweifelhaftem Werte sind. Ich glaube, dass man hier nur auf einem Umwege weiter kommt, und zwar auf einem Umwege, der über die Festigkeitszahlen geht.

Damit kommen wir zur Frage der Festigkeitsprüfung, ehe ich aber auf gewisse Zusammenhänge zwischen Raumbeständigkeit und Festigkeit eingehe, dürften einige allgemeine Bemerkungen über die Festigkeitsprüfung am Platze sein. Nachdem erkannt worden ist, dass ein Zement sich bei der praktischen Verarbeitung doch recht wesentlich anders verhalten kann, als man es nach der Normenprüfung vielleicht erwarten sollte, scheint mir zunächst einmal festzustehen, dass man die Festigkeits-

prüfung der Zemente den praktischen Verhältnissen auf dem Bau so weit anpassen sollte, wie das überhaupt nur möglich ist. So lange im Zementbau der Stampfbeton vorherrschte, war die Prüfung erdfeuchter Mörtel am Platze; im modernen Baugewerbe hat sich aber aus mancherlei Gründen der plastische und der nasse Beton mehr und mehr durchgesetzt, und darum glaube ich, dass für die Zukunft die Prüfung plastischer Mörtel an Bedeutung gewinnen wird. Es ist nicht ohne Interesse, dass gerade in Deutschland, wo man besonders zähe am erdfeuchten Mörtel festgehalten hat, sich jetzt ein Umschwung bemerkbar macht, der in den neueren Arbeiten des Laboratoriums des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten für die Einführung der Prüfung plastischer Mörtel beredten Ausdruck findet.

Allerdings glaube ich, dass auch für die plastischen Mörtel die in Deutschland herrschenden Grundsätze der mechanischen Herstellung der Probekörper in möglichst weitem Ausmasse Anerkennung fordern mussen. Die Erfahrung hat doch gezeigt, dass die Zuverlässigkeit der Festigkeitsprüfung in dem Masse zugenommen hat, in dem die Prüfung mechanisiert worden ist, und wer gewohnt ist, sich der exakten Einrichtungen zu bedienen, die beispielsweise durch die deutschen und durch ähnlich geartete Normen anderer Länder für die Festigkeitsprüfung vorgeschrieben sind, den überrascht es, wenn er sehen muss, wie zum Beispiel in Nordamerika die Festigkeitsproben durch Eindrücken des Mörtels mit dem Daumen angefertigt werden, wobei freilich nicht verkannt werden soll, dass diese manuelle Arbeitsweise dort drüben bis zu einer ausserordentlich hohen Vollkommenheit durchgebildet worden ist.

In Deutschland hat man bis in die jüngste Zeit hinein die Festigkeitsprüfung an Proben aus reinem Zement ohne Sand für überholt gehalten. Nach Versuchen von Curt Prüssing, über die auf der mehrfach erwähnten Wanderversammlung des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten berichtet wurde, lassen sich an Proben aus reinem Zementmörtel indessen sehr auffallende Beobachtungen machen, die das Interesse für Festigkeitsversuche mit reinem Zement sicherlich neu beleben werden. Prüssing stellte fest, dass Zugproben aus reinem Zement, die mehr als 10 Jahre in Wasser gelegen und eine Zugfestigkeit von etwa 70 kg/qcm erreicht hatten, auf eine Zugfestigkeit von etwa 25 kg/qcm herabgingen, wenn sie vor der Prüfung längerer Zeit an der Luft gelagert wurden. Das ist eine Beobachtung, die derjenigen an Sandmörteln gerade entgegengesetzt ist, denn die Sandproben pflegen eine Festigkeitszunahme zu erfahren, wenn sie nach vorheriger Wasserlagerung an der Luft gelagert werden. Hier offenbaren sich Zusammenhänge, die sicher das Interesse aller derjenigen finden werden, die in die Geheimnisse der Zementerhärtung einzudringen versuchen.

Dann noch einige Worte zu der Frage, ob man Zement auf Druckfestigkeit oder auf Zugfestigkeit—an deren Stelle eventuell die Biegefestigkeit treten kann—prüfen soll. Ich habe von jeher zu den Anhängern der Zugfestigkeitsprüfung gehört und mich dagegen gewandt, dass in vielen europäischen Ländern das Schwergewicht der Festigkeitsprüfung sich mehr und mehr nach der Seite der Druckfestigkeitsprüfung verschoben hat. Wenn auch nicht zu bestreiten ist, dass die Druckbeanspruchung im praktischen Baugewerbe eine weitaus grössere Rolle spielt als die Zugbeanspruchung, so bleibt doch die beste Druckfestigkeit nutzlos, wenn das Bauwerk an den Stellen der Zugbeanspruchung rissig wird und von hier aus der Zerstörung anheim fällt. Mögen auch zum Beispiel im Eisenbetonbau die Eiseneinlagen statisch richtig berechnet sein, so können sie doch nicht verhindern, dass an den Stellen

starker Zugbeanspruchung eine gewisse Dehnung auftritt, wie sie etwa der Elastizitat der Eiseneinlagen entspricht, und dieser Dehnung muss der das Eisen umhullende Beton folgen konnen, ohne rissig zu werden, und darum muss der Beton hohe Zugfestigkeit und hohe Elastizitat besitzen

Die Frage der Zugfestigkeitsprufung hat aber noch eine andere Seite! Steigert man langsam den Kalkgehalt einer Zementrohmischung, so steigen im fertigen Zement zunachst Zug- *und* Druckfestigkeit an, bald erreicht man aber eine Grenze im Kalkgehalt, jenseits welcher zwar die Druckfestigkeit noch weiter zunimmt, in der Zugfestigkeit aber Ruckgange —namentlich bei langerer Wasserlagerung—eintreten, noch weitere Steigerung des Kalkgehaltes fuhrt dann auch zu einem Nachlassen der Druckfestigkeit und spater zu offenem Treiben Diese Erscheinungen offenbaren nach meiner Ansicht gewisse Zusammenhange swischen Zugfestigkeit, Druckfestigkeit und Raumbestandigkeit, und hierauf zielte ich, wenn ich an fruherer Stelle sagte, dass man zu neuen Gesichtspunkten fur die Anspruche, die an einen Zement hinsichtlich seiner Raumbestandigkeit zu stellen sind, nur auf dem Umwege uber Festigkeitszusammenhange gelangen werde

Übrigens scheint es, als wenn diese Beziehungen zwischen Festigkeit und Raumbestandigkeit noch viel mannigfaltiger sind, als dass sie sich nur in dem Verhaltnis von Druckfestigkeit zu Zugfestigkeit aussern sollten Auch die merkwurdigen Erscheinungen, die bei der Wechselerhartung der Zemente in Wasser und an der Luft beobachtet werden, Erscheinungen, die besonders von Gensbaur an Sandmortelproben studiert sind, und zu denen Prussing einen wertvollen Beitrag durch seine oben erwahnten Beobachtungen an Proben aus reinem Zement lieferte, durften geeignet sein, unser Wissen uber die wechselseitige Bedingtheit von Festigkeit und Raumbestandigkeit zu vermehren Handelt es sich hier auch um noch wenig betretenes Neuland, so sollte man doch die Wichtigkeit dieser Beziehungen nicht uberschen! An einem grosseren Zahlenmaterial, wie es besonders den staatlichen Materialprufungsstellen vielfach zur Verfugung steht, durften sich bei systematischer Bearbeitung auf dem Wege uber die Statistik vielleicht jetzt schon interessante Einblicke in diese heute noch vielfach dunklen Zusammenhange zwischen den einzelnen Festigkeitswerten und der Raumbestandigkeit der Zemente gewinnen lassen Erst wenn die Wissenschaft diese Zusammenhange aufgeklart hat, werden wir vielleicht daran denken konnen, aus ihnen neue Vorschriften fur die Anforderungen an Festigkeit und Raumbestandigkeit der Zemente herzuleiten

Zurückgestellte Artikel.

WIR bedauern, dass in dieser Nummer infolge starken Mangels an Raum es notwendig gewesen ist, einen grossen Teil des vorliegenden Materials bis zur Ausgabe des nachsten Heftes zuruckzustellen.

Wichtige Zementeigenschaften, für die der Zementverbraucher vom Lieferer noch keine Gewährleistung erhält.

Von PROFESSOR OTTO GRAF (Stuttgart).

ALLE Materialuntersuchungen, also auch die Normenprüfung, sollten nach Möglichkeit so durchgeführt werden, dass die Ergebnisse der Prüfung ausreichend auf die Wirklichkeit übertragen werden können. Diese Forderung ist bei der Zementprüfung nur zu einem Teil erfüllt.

Die Druckfestigkeit und die Zugfestigkeit, welche in der Regel ermittelt werden, gilt für Mörtel, die praktisch nur ausnahmsweise vorkommen. Die Erfahrung lehrt dementsprechend, dass die Normendruckfestigkeit und auch die Normenzugfestigkeit zwar mit mehr oder minder guter Annäherung ein Bild der Leistungsfähigkeit der Zemente im Beton geben, gelegentlich aber auch irreführen.[1] Es sind in verschiedenen Ländern Untersuchungen durchgeführt oder noch im Gang, welche erkennen lassen oder Richtlinien geben sollen, wie die Normenprüfung in Bezug auf die Druckfestigkeit und Zugfestigkeit zu verbessern ist. Unbestritten ist, dass die Verwendung weich angemachter Mörtel mit gemischtkörnigen Sanden zweckmässig wäre.[2]

Das Schwinden und Quellen des Betons gibt Anlass, in den grossen Bauwerken (Hochbauten, Staumauern), auch in Betonstrassen Fugen anzordnen, um Schwindrisse zu vermeiden; in anderen Fällen ist wenigstens ein sorgsames Feuchthalten zur Verzögerung und Verringerung des Schwindens nötig. Alle diese Vorkehrungen verursachen erhebliche Kosten. Deshalb würde ein wesentlicher Fortschritt zu verzeichnen sein, wenn Zement geliefert würde, der geringes oder gar kein Schwinden des Betons verursachen würde.

Die Widerstandsfähigkeit des Betons gegen angreifende Wässer ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung der Zemente, ohne dass bis jetzt eine hinreichende Klarstellung der Zusammenhänge vorliegt. Z.B. habe ich die Auffassung, dass der Kalkgehalt der Zemente für die Widerstandsfähigkeit in Sulfaten in erster Linie massgebend sei, bei Versuchen und in Bauwerken wiederholt nicht bestätigt gefunden.

Die Wasserundurchlässigkeit des Betons ist abhängig von den Zementeigenschaften. Unter sonst gleichen Umständen habe ich mit einzelnen Zementen Beton erhalten, der bei 6 cm dicken Platten gegen 7 at Wasserdruck undurchlässig blieb, während mit anderen Zementen schon bei 1 at Wasser durchtrat.[3] Die Auswahl der Zemente für Behälter und dergl. bedarf deshalb einiger Aufmerksamkeit. Alte Baumeister kennen die hier besonders geeigneten Zemente durch Erfahrung; der aufmerksame Techniker vermag die Zemente bei der Verarbeitung zu unterscheiden. Besser wäre eine wissenschaftliche Klarstellung der Bedingungen, soweit sie die Zusammensetzung und Herstellungsart der Zemente usf. beeinflussen.

[1] Vergl. z.B. Graf, Tonindustriezeitung 1927, S. 1564 uf., ferner Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1929, S. 1401.

[2] Vergl. u.a. Tonindustriezeitung 1927, S. 1564 uf.

[3] Entwurf und Berechnung von Eisenbetonbauten, Band 1, S. 41 uf.

Mit diesen Beispielen wird erinnert, dass die Eigenschaften der Werkstoffe in hohem Mass von den jeweils geltenden Abnahmeprüfungen beeinflusst werden. Auch bei den Zementen werden in erster Linie die Eigenschaften gepflegt, die üblicherweise geprüft werden. Eine sachgemässe Änderung der Abnahmevorschriften beschleunigt deshalb den Fortschritt.

Eine Moderne Japanische Zementanlage.

An der Westkuste Japans, etwa 300 km von Tokio entfernt, befinden sich an der Nanao Bucht grosse Lager von Zementrohmaterial und zwar Kalkmergel, Kalkstein und Ton; hier wurde in den Jahren 1927 bis 1929 eine neue Portlandzementfabrik fur eine Jahresleistung von 150,000 t erbaut.

Die Lieferung der Maschinen wurde der Firma G. Polysius, Aktiengesellschaft übertragen. Auf Grund jahrzehntelanger Erfahrung in der Einrichtung von Zementfabriken ist ein völlig neuzeitliches, mustergultiges Werk entstanden, das sich längs der Nanao Bucht in rd. 400 m Länge erstreckt und eigenen Gleisanschluss besitzt. Entsprechend den vorliegenden Rohstoffen und Produktionsbedingungen wurde fur die Aufbereitung das Dickschlammverfahren gewahlt; die Nanao-Portland-Cement Co., ist somit die erste japanische Zementfabrik, die von vornherein nach dem Nassverfahren eingerichtet wurde.

Der Hauptrohstoff, ein Kalkmergel von sehr gunstiger Zusammensetzung, wird in der Nähe des Werkes gebrochen und durch eine Fabrikbahn nach dem Werk gefördert, wo er durch einen Trogförderer einem Spezialbrecher aufgegeben wird. Hier wird der Mergel weitgehend zerkleinert und darauf durch ein Stahltransportband und Becherwerk nach den Vorratsbehältern über den Rohmühlen gefördert.

Der als Zuschlag dienende Ton wird vom gegenuber liegenden Ufer der Nanao Bucht in Lastkähnen durch einen Schleppdampfer herangebracht, mittels Laufkranes entladen und durch einen fahrbaren Drehkran mit Greiferausrüstung in die aussen liegenden Fülltrichter der Schlämmerei geschüttet. Aus diesen wird der Ton in zwei Schlämmaschinen abgezogen und unter entsprechendem Wasserzusatz zu Schlamm verarbeitet. Aus den Schlämmaschinen fliesst der Tonschlamm in eine Sammelgrube und von da nach einem Doppelpressor, der ihn mittels Druckluft in Behälter über den Rohmühlen fördert.

Der als Korrekturmittel benutzte Kalkstein wird in einem rd. 10 km entfernten Steinbruch gewonnen und mit einer Drahtseilbahn nach dem Werk gefördert, wo er in einem Spezialbrecher zerkleinert wird. Von hier wird der gebrochene Kalkstein über Becherwerke nach den Vorratsbehältern über den Rohmühlen gefördert.

Zerkleinerter Mergel, Tonschlamm und gebrochener Kalkstein werden gemeinsam in 2 Dreikammer „ Solo "-Mühlen von 2,2 m und 12 m Länge aufgegeben und unter entsprechendem Wasserzusatz zu einem Rohschlamm von höchster Feinheit vermahlen. Dieser wird durch 2 Doppelpressoren nach der

Feinmischerei gepresst, wo er in 8 Eisensilos nach dem selbsttätigen Druckluft-Schlamm-Mischverfahren homogenisiert wird. Die Luftzufuhr wird dabei durch den Steuerapparat „Regulex" geregelt. Darauf fördern 2 Doppelpressoren den fertigen Schlamm in Silos, aus denen er in die Öfen fliesst.

In zwei „Solo" Drehöfen von 70 m Länge mit erweiterter Brennzone und direkt angebauter Kühlzone wird der Schlamm in einem Arbeitsgang getrocknet, kalziniert, gesintert und anschliessend der Klinker gekühlt. Zum Unterschied von Ofenbauarten mit getrennter, darunter liegender Kühltrommel, liegen „Solo" Oefen zu ebener Erde, sodass keine Laufstege und Bühnen die Übersichtlichkeit beeinträchtigen.

Die elastischen „Pol"-Antriebe und die wassergekuhlten Schöpfschmierlager der Laufrollen gewährleisten einen ruhigen und sicheren Gang. In die Kühlzone sind Wärmeaustauschkörper eingebaut, die die Kuhlung des Klinkers und die Vorwärmung der Verbrennungsluft weitgehend fordern, ohne dass dadurch die Beobachtung des Brennvorganges gestort wird. Die Verbrennungsluftzufuhr wird durch Luftrosetten geregelt. Besondere Dichtungsringe zwischen Rauchkammer und Ofen verhindern den Zutritt von Falschluft. Die Oefen werden mit Kohlenstaub der in einer besonderen Anlage hergestellt wird, geheizt.

Die fur die Ofenfeuerung erforderliche Kohle wird in 2 freiliegenden Kohlentrockentrommeln getrocknet und anschliessend in 2 Dreikammer-Solomühlen vermahlen. Der fertige Kohlenstaub wird durch eine Druckluftförderanlage in die Silos der Drehofenfeuerungen gedruckt. Aus diesen wird er mittels Doppelschnecken in die Brenndüsen eingeführt und durch Hochdruckventilatoren in die Oefen geblasen. Mit Rücksicht auf die sehr gasreiche Kohle wurde eine besondere Düsenausführung angewendet.

Der Klinker gelangt über Schüttelrinnen und Becherwerke nach der Klinkerhalle. Durch über die ganze Halle verteilte Entleerungstrichter kann der Klinker auf 2 unter der Halle laufende Stahltransportbänder abgezogen werden. Von hier gelangt der Klinker über Becherwerke und nach Durchlaufen von selbstätigen Waagen in die Silos über den Zementmühlen. Klinker und Gips werden durch getrennte Tellerbeschickungsapparate den Zementmühlen in genau einstellbarer Menge zugeführt. Die zwei Dreikammer-Solomühlen von 2.2 Durchmesser und 12 m. Länge vermahlen das Klinker-Gipsgemisch zu einem Zement von höchster Feinheit. Dieser wird mit Druckluftpumpen nach dem Zementspeicher gefördert, der aus 6 runden Betonzellen von 10 bzw. 20 m. besteht.

Mit Hilfe von selbstätigen Sack-und Fasspackmaschinen und zweckmässigen Verladeeinrichtungen werden Verpackung und Versand des Zementes in wirtschaftlicher Weise durchgeführt.

Reichlich bemessene Entstaubungsanlagen sorgen in den Mahlanlagen für einen praktisch staubfreien Betrieb, sodass Materialverluste und Belästigung der Bedienung durch Staub vermieden werden. Ein neuzeitlich eingerichtetes

Laboratorium mit Versuchsdrehofen dient der steten Kontrolle der Zementherstellung. Reparaturwerkstätten, Fassfabrik, Kompressoren-, Transformatorenanlage und Verwaltungsgebäude vervollständigen die Anlage. Bei der Ausfuhrung der Anlage wurde bereits auf eine spätere Erweiterung Rücksicht genommen. Die Gebäude sind so bemessen, dass sich die nachträgliche Aufstellung je einer Nass-und Zementmühle jederzeit ohne bauliche Änderungen durchführen lässt.

Bei der Auswahl und Anordnung aller maschinellen Einrichtungen war der Gedanke massgebend, möglichst mehrere Arbeitsvorgänge in Maschineneinheiten von hoher Leistung und Wirtschaftlichkeit zusammenzufassen und den ganzen Fabrikationsprozess durch Zwischenschaltung entsprechender mechanischer oder pneumatischer Fordermittel vollkommen automatisch zu gestalten. So ist es auch zu erklären, dass in dem eigentlichen Produktionsgang nur ca. 25 Mann pro Schicht beschäftigt werden.

Abb. 1 (siehe Seite 36), Einsegnung der Drehofen bei Montagebeginn; Abb. 2 (seihe Seite 37), Gesamtansicht des Werkes, Seeseite, Abb. 3 (siehe Seite 38) Antriebsmotoren für Roh- und Zementmuhlen; Abb. 4 (siehe Seite 38), Pressoren für die pneumatische Schlammförderung, Abb. 5 (siehe Seite 39), Steuerapparate „ Regulex " für automatische Druckluftschlammscheren; Abb. 6 (siehe Seite 39), „ Solo "-Ofen mit Kohlenstaubfeuerungen; Abb. 7 (siehe Seite 40), „ Solo-Mühlen fur Zement, D. R. P. und Auslandspatente; Abb. 8 (siehe Seite 40), Saugschlauchfilter zur Entstaubung der Zementmühlen.

ANMERKUNG DER SCHRIFTLEITUNG.

DER Herausgeber der internationalen Zeitschrift „ CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " fordert die Leser dieser Zeitschrift auf, ihm Artikel zur Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen. Das Manuskript kann in englischer französischer, deutscher oder spanischer Sprache eingereicht werden und wird in die drei anderen Sprachen durch Fachleute übersetzt.

Es werden Abhandlungen erbeten über alle neuen Gedanken oder Entwicklungen in der Herstellung, Chemie oder Prüfung von Zement oder über verwandte Themata, die für die Zementindustrie von allgemeinem Interesse sind. Beschreibungen und Ansichten neuer, in allen Teilen der Welt errichteter Zementfabriken sind ebenfalls willkommen. Für alle Beiträge wird hohes Honorar gezahlt.

Die Hersteller von Zementmaschinen sind ebenfalls aufgefordert, Mitteilungen und Ansichten zur Verfügung zu stellen, welche sich auf neue von ihnen erbaute Werke und Neueinrichtungen ihrer Fabriken beziehen. Derartige Beiträge sind eingeschrieben zu senden an den Herausgeber von „ CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," Dartmouth Street 20, Westminster, London, S.W.1 (England).

Der Drehofen bei der Zementherstellung.

Von W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

DIESE Serie von Aufsätzen bezweckt, den Drehofen hauptsächlich vom Gesichtspunkt der Leistung und des rationellen Brennstoffverbrauchs zu behandeln, und es soll ein Versuch gemacht werden, diejenigen Regeln zu erlautern, welche das Mass der Warmeubertragung von den heissen Gasen auf das Rohmehl im Ofen und vom heissen Klinker auf die, den Kühler passierende Luft bestimmen.

Wenn man die grösstmögliche Leistung bei geringstem Brennstoftverbrauch erreichen will, so muss sorgfältig auf eine Anzahl von Einzelheiten, die so weit wie moglich aufgezahlt und behandelt werden sollen, geachtet werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wollen wir als Grundlage einen, nach dem Nassverfahren arbeitenden Drehofen von 200 Fuss Lange betrachten. Dieses ist eine Länge, die viel in den letzten Jahren benutzt worden ist, obwohl, wie bekannt, beträchtlich längere Oefen heute ebenfalls in Betrieb sind.

Einen typischen Aufriss zeigt Abbildung 1 (siehe Seite 11). Die Hauptbestandteile des Ofens können durch Hinzuziehung der, in der Abbildung gegebenen Einzelheiten ermittelt werden. In der folgenden Beschreibung werden verschiedene Werte angefuhrt die man als typisch fur guten Normalbetrieb ansehen kann.

Der Ofen besitzt im allgemeinen einen Durchmesser von 8 Fuss 6 Zoll, während die Sinterzone 10 Fuss Durchmesser und 39 Fuss Länge hat. Der Kühler ist 66 Fuss lang und hat einen Durchmesser von 6 Fuss. Der Ofen ist im Verhältnis 1 : 24 geneigt; er ist auf 4 Laufringen gelagert und macht in der Minute ungefähr 0.85 Umdrehungen.

Beim Nassverfahren tritt das Rohmehl bei J durch ein Rohr in Form von Schlamm ein und passiert langsam den Ofen hinunter, wobei etwa 2½ Stunden von dem einen bis zu dem anderen Ende gebraucht werden. Die Feuchtigkeit verdampft, die Kohlensaure wird ausgetrieben und der Rest des Materials wird gesintert; die in der Sinterzone erreichte Hochsttemperatur betragt etwa 2500° F.

Das Rohmaterial nimmt ungefähr 7.5 Prozent des Gesamtinnenvolumens ein. Wenn der Klinker den Ofen mit einer Temperatur von ca. 2200° F. verlasst, so passiert er anschliessend den Kuhler und wird alsdann an die Kastentransporteure (K) mit einer Temperatur von 200° F. und darunter abgegeben. Die Umlaufgeschwindigkeit der Kuhltrommel beträgt etwa 5 Touren in der Minute.

Der Ofen wird mit bituminöser Kohle, welche am unteren Ende durch das Gebläsebrennrohr (E) eintritt, befeuert. Die zur Verbrennung der Kohle zugefuhrte Luft beträgt gewöhnlich nicht mehr als 5-10 Prozent uber die, nach der Kohlenanalyze zur vollstandigen Verbrennung, notwendige Menge.

Von der gesamten Luftzufuhr werden etwa 20 Prozent benötigt, um die Kohle in den Ofen zu blasen, während der Rest durch den Kühler angesaugt wird, in welchem er zunächst den Klinker abkühlt und selbst so erwärmt wird, dass er in den Ofen mit einer Temperatur von ca. 800° F. eintritt.

Bei Betrachtung der Werte für Luft- und Kohlenzufuhr, wollen wir annehmen, dass der, mit erweiterter Sinterzone ausgerüstete Ofen eine stündliche Leistung von 8 t Klinker aufweist. Wenn trockne Kohle von einem Wärmewert mit 12600 brit.WE per Pfund verwendet wird, beträgt der Brennstoffverbrauch

ungefähr 27 Prozent des fabrizierten Klinkers, also:

$$\text{Kohle per Stunde in t} = \frac{27 \times 8}{100} = 2.16$$

$$\text{Kohle per Minute in Pfund} = \frac{2.16 \times 2.240}{60} = 80.6$$

Die, einschliesslich 10 Prozent Ueberschuss zur Verbrennung, nötige Luft beträgt ca. 10 Pfund per Pfund Kohle (fast genau), also:

Luft per Minute = 806 Pfund.

Wie vorher erwähnt teilt sich diese Menge wie folgt auf:

Zum Einblasen von Staubkohle (20% etwa)	161 Pfund
Luft durch den Kühler	645 Pfund
Gesamt	806 Pfund in der Minute.

Die Abgase in einem, mit einer angemessenen Zahl von Schlammverteilern ausgerüsteten Ofen besitzen eine Temperatur von ungefähr 750° F. Es war bis in neuere Zeit hinein im allgemeinen nicht bekannt, dass die Temperatur der Abgase so hoch, wie mitgeteilt, ist. Nachdem die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt worden war, wurden Anstrengungen gemacht, diese Temperatur herabzusetzen, über deren Ergebnis später berichtet werden soll.

Charakterische Wärmebilanz.

Die Art, in welcher die Kohle verwendet wird beziehungsweise verloren geht, möge aus einer Wärmebilanz in zusammengedrängter Form wie folgt ersehen werden:

	In Prozent auf Klinker berechnet.
(1) Wärmeverbrauch zur Verdampfung des im Schlamm enthaltenen Wassers (40%) bei 212°F.	8.86
(2) Wärmebedarf zur Spaltung von $CaCO_3$ bei 1650°F. ...	7.10
(3) Strahlungsverlust beim Ofen und Kühler	3.76
(4) Wärme im Klinker beim Verlassen der Kühltrommel ...	0.24
(5) Wärmeverlust in den Abgasen (750°F.), welcher Verbrennungsprodukte, Wasserdampf und CO_2 umfasst	8.00
Gesamt	27.96
Davon ab für die exotherme Reaktion beim Sinterungsprozess	1.50
Normalkohlenverbrauch in Prozent	26.46

Die einzelnen Punkte der Wärmebilanz sollen in einem späteren Artikel im Einzelnen behandelt werden.

Trockne Kohle von 7000 Kalorien oder 12600 brit.WE. ist als Normalkohle angesehen worden; die Wärmemengen werden für die Zwecke von Drehofenversuchen bequem in Normalkohle angegeben unter Berechnung in Prozent des fabrizierten Klinkers. So beträgt zum Beispiel bei Punkt 5 der Wärmebilanz der Wärmeverlust in den Abgasen 8 t Normalkohle per 100 t Klinker; im allgemeinen würde dieses damit ausgedrückt werden, dass man erklärt, der Abgasverlust beträgt 8 Prozent des Klinkers. Wenn der Ofen stündlich 8 t Klinker liefert, so ist der tatsächliche Verlust:

$$8 \times 2.240 \times \frac{8}{100} \times 12600 = 18.063.360$$

brit.WE. in der Stunde.

Der Verlust durch die Abgase und ähnliche Einflusse ist berechnet bei einer oberhalb 60° F. liegenden Temperatur und der kalorische Wert der Kohle ist auf der gleichen Zahl basiert. Der Normalkohlenverbrauch jedes Ofens wird aus dem gemessenen tatsächlichen Kohlenverbrauch nach angemessener Korrektur für deren Feuchtigkeitsgehalt und deren kalorischem Wert ermittelt.

Die angegebenen Werte können als charakteristisch gelten für einen gut arbeitenden, 200 Fuss langen Ofen; der etwa 400 Quadratfuss Schlammverteilerfläche enthält. Der Verfasser

hat diese Zahlen aus sorgfältig angestellten, über eine Reihe von Wochen ausgedehnten Versuchen erhalten.

Einzelheiten des Ofens.

Zunächst soll die Aufmerksamkeit auf einige wichtigere Einzelheiten, welche das günstige Arbeiten eines Ofens beeinflussen, gelenkt werden.

Rohschlammzufuhr.

Es ist sehr wünschenswert eine verlässliche Apparatur zu besitzen, mittels welcher der Rohmehlschlamm dem Ofen in gleichmässiger Weise zugeführt werden kann. Wenn bei voller Ausnutzung der Leistung des Ofens überschüssige Mengen an Rohmehlschlamm der Sinterzone zugeführt werden, was auf unregelmässige Zufuhr zurückzuführen ist, so kann diese überschiessende Menge nicht in befriedigender Weise gesintert werden; es kann vorkommen, dass der Ofen angehalten werden muss und damit viel Kohle verloren geht.

Zwei gut bekannte Typen von Rohmehlzufuhrapparaten sind im Folgenden beschrieben:

(1) *Regulierbare Oeffnung mit konstantem Niveau.*—Ein Diagramm der Apparatur zeigt Abbildung 2 (siehe Seite 44). Die Abbildung und die Einzelbezeichnungen erklären die allgemeine Anordnung.

Das Niveau des Rohmehlschlamms wird auf 30 Zoll Höhe gehalten. Die Zufuhr wird reguliert durch den Schalthebel (F), der sich gegen einen geteilten Viertelkreis bewegt und mehr oder minder ein verlängertes Mundstück öffnet, das aus einer Schieberplatte von Messing besteht.

Auf seinen Wege zum Ofen passiert der Rohmehlschlamm den Messbehälter (H); gewöhnlich ist der konische Holzpfropfen nicht eingesetzt; wenn jedoch die Messung der Zufuhrmengen an Schlamm notwendig ist, so kann der Pfropfen schnell eingesetzt werden und die Zeit welche verfliesst, bis der Schlamm das Ueberlaufniveau erreicht, wird mittels einer Stopuhr gemessen. Um die Berechnung vollständig zu machen, muss das Fassungsvermögen des Schlammbehälters in äquivalenten Klinkermengen bekannt sein. Mit Bezug auf die Ofenleistung ist diese Art der Messung nur eine angenäherte.

Diese Art von Apparaturen ist von dem Verfasser oft geprüft worden, und es ergab sich im allgemeinen, dass die Schlammzufuhr durch ein bestimmt dimensioniertes Mundstück, obwohl häufig gleichmässig, doch innerhalb von 24 Stunden zwischen 5 und 8 Prozent schwanken konnte. Gelegentlich wurden noch grössere Abweichungen festgestellt, indessen dürften Versuche, welche sich über einen beträchtlich grossen Zeitraum zu erstrecken hätten, notwendig werden, um eine angemessene Erklärung für diese Erscheinung zu erhalten.

Da ein Mangel an Gleichmässigkeit in der Schlammzufuhr die Ofenleistung beeinträchtigt, dürften entsprechend ausgedehnte Versuche dort, wo dieser Typ von Apparaten einmontiert ist, sehr nützlich sein. Um die Schlammzufuhr zu regulieren, muss der Brenner von der Brennplatttorm nach dem Schlammzufuhrbehälter gehen, doch ist dieses kein Nachteil, da Regulierungen nicht oft notwendig sein sollten und unerwünscht sind. Wenn der Ofen aus irgend welchem Grunde zeitweilig angehalten werden muss, kann die Entleerungsschütte (G) abgelenkt werden und zwar von der Brennplattform aus mittels eines Drahtseils, worauf der Rohmehlschlamm durch das Ueberlaufrohr alsdann zu den Mischbehältern zurückfliesst.

Die Vorteile dieser Art von Schlammzufuhr bestehen (*a*) in ihren verhältnismassig niedrigen Anschaffungskosten und (*b*) darin, dass zu ihrem Betriebe keine Kraft benötigt wird.

(2) *Rotierende Schlammzuführer.*—Die in Abbildung 3 (siehe Seite 46)

wiedergegebene Schlammzufuhrmethode misst durch Rotation ein bestimmtes Volumen an Schlamm ab so, dass ihre tatsächliche Genauigkeit durch keine irgend wie mögliche Schwankung in der Fliessbarkeit des Schlamms beeinträchtigt wird. Die Abbildung wie auch die zugehörigen Fussnoten erläutern die allgemeine Anordnung dieser Art von Apparatur. Der Schlamm wird in die eine Abteilung des Zufuhrtanks (A) gepumpt und zwar mehr als der Ofen jeweilig erfordert; dieses Mehr entweicht durch eine Oeffnung (C) an einem Ende. Das Schlammniveau in Tank ist wirklich das von G. Jedes Schöpfen liefert ein bestimmtes Schlammvolumen an ein Behältnis der Mitteltrommel (E), aus deren einem Ende dieses Volumen in eine zweite Abteilung des Tanks gelangt, und von wo es dann weiter durch das Aufgaberohr (I) in den Ofen kommt. Das Schöpfrad wird gewöhnlich angetrieben durch einen, mit 15 Touren in der Minute laufenden Motor mit zahnradübertragung.

Die Regulierung der Geschwindigkeit und damit der Schlammzufuhr durch eine, mit verschiedener Schnelligkeit einstellbare Kontrollapparatur von der Brennplattform aus ist nicht völlig befriedigend, und bei Wechselstrom besteht eine gewisse Schwierigkeit eine genügend schnelle Aenderung der Geschwindigkeit zu erzielen, obwohl nur geringe Zufuhr notwendig ist, wenn der Ofen nach längerem Stillstand zu arbeiten beginnt.

Eine andere Methode besteht darin, die untere Kante (G) der Ueberlauföffnung vertikal regulierbar zu machen mittels eines durch Schraube verstellbaren, gleitbaren Schiebers. Durch niedrigeres Schlammniveau im Zufuhrtank kann für die Zwecke der Jnbetriebsetzung bei normaler Geschwindigkeit des Abtriebmotors eine langsame Schlammzufuhr erhalten werden. Es wird auf der Brennplattform dann lediglich ein Schalter benötigt, um den Motor an- und abzustellen.

Jn der Praxis ist es nicht üblich, ein Verfahren festzulegen, durch welches jeder Zeit das Schlammvolumen, das mit den Umdrehungen des rotierenden Zuführers zugeführt wird, fertig erhalten wird so, dass seine Gleichmässigkeit unter verschiedenen Bedingungen des Feuchtigkeitsgehalts und der Fliessbarkeit, und vielleicht richtig, angenommen worden ist.

Kohlenzufuhr.

Wir wollen voraussetzen, dass die Kohle bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von 1 Prozent getrocknet, zu einem Rückstand von 10 Prozent auf dem 180er Siebe vermahlen und in einem über der Brennplattform angeordneten Fülltrichter eingelagert ist. Eine gute Anordnung der Kohlenzufuhr zeigt Abbildung 4 (siehe Seite 47). Die Oeffnung am Boden des Fülltrichters sollte nicht kleiner als 2 Fuss zu 1 Fuss 6 Zoll sein. Zwei Schnecken werden benutzt; sie mögen so viel wie 70 Prozent des Rauminhalts gemäss ihrem Durchmesser und ihrer Neigung abziehen. Die Windungen der Schnecken werden grösser, sofern sie nicht unter dem Fülltrichter liegen. Die Schnecken werden gewohnlich durch einen Mechanismus mit verstellbarer Geschwindigkeit angetrieben, der es erlaubt, die Umdrehungen in der Minute eng an einen Spielraum zwischen 2 und 1 oder an einen solchen von ähnlichem Verhältnis anzupassen. Häufig wird ein Rees —Antrieb oder eine Friktionskupplung benutzt. Die Schnecken befördern die Kohle in ein trichterförmiges Gussstück (E) im Kohlenfeuerungsrohr. Die Stelle, wo die Kohle eintritt ist eine Zone hoher Luftgeschwindigkeit und folglich auch eine solche von niedrigem Druck; es kann daher vorkommen, dass in den Kohlenzufuhrschnecken eine geringe Saugwirkung bei entsprechender Konstruktion vorhanden ist.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass eine Tendenz zum Zusammenbacken der Kohle im unteren Teile des Fülltrichers (A) besteht und weiter eine solche, dass die Kohle hängen bleibt so, dass teitweise die Zufuhrschnecken nicht die Menge Kohle fördern, die man nach ihrer Neigung und ihrem Durchmesser erwarten sollte. Diese Defizit steigert sich, wenn die Kohle nicht ordentlich getrocknet ist. Eine derartige Erscheinung macht sich in der Sinterzone ohne offensichtlichen Grund durch einen Temperaturabfall bemerkbar. Wenn weiter der Fülltrichter teilweise geleert ist, so kann sich in der Mitte ein Hohlraum bilden; nach einer gewissen Zeit fällt das umgebende Material in sich zusammen, und die feingemahlene Kohle besitzt die Tendenz, wie Wasser hinter den Zufuhrschnecken herzufliessen und so weiter in das Kohlenstaubfeuerungsrohr. Der Ueberschuss an Kohlenzufuhr macht sich dann durch Aufsteigen van schwarzem Rauch aus dem Schornstein bemerkbar.

Bei der in Abbildung 4 gezeigten Anordnung macht die Verwendung von zwei Schnecken, die so nahe wie möglich an dem Boden einer möglichst grossen Oeffnung angebracht sind, das Bestreben der Kohle, hängen zu bleiben, möglichst gering; überdies sind Schürlöcher vorgesehen. Eine plötzliche, ruckweise Zufuhr von Kohle wird teilweise vermieden, indem man den Zwischenraum zwischen Schnekkenspirale und Gehäuse (D) möglichst klein macht; das letztere sollte ausgebohrt sein. Jedoch selbst dann lässt sich gelegentlich plötzliche und ruckweise Kohlenzufuhr nicht immer verhindern, und es hat sich als wünschenswert und allgemein wirksam herausgestellt, den Fülltrichter stets voll oder wenigstens beinahe voll zu halten.

Verschiedene andere Konstruktionen zur Verhinderung dieser ruckartigen Zufuhr sind verwendet worden, der Verfasser hat indessen festgestellt, dass die verhältnismässig einfache in Abbildung 4 gezeigte Anordnung voll befriedigend ist, wenn auf die vorher erörterten Punkte geachtet wird.

Kohlenstaubdüse: Die Kohle kann in den Ofen durch eine 7 Zoll Durchmesser besitzende Düse eintreten, wobei die Luftgeschwindigkeit etwa 150 Fuss in der Sekunde und die Temperatur der Luft 150°F. beträgt. Eine gewöhnliche, kreisförmige Düse ist alles, was notwendig ist, trotzdem verschiedene andere Konstruktionen auch ausprobiert worden sind. Unter den obigen Bedingungen liegt die Sinterzone an der richtigen Stelle im Ofen. Jst die Kohle trocken und sehr fein gemahlen und wird heisse Luft, zum Einblasen verwendet, so kann die Verbrennung zu schnell erfolgen. Die Sinterzone befindet sich dann nicht in genügender Entfernung vom Ofenende so, dass der Brenner nicht in der Lage ist, ungar gebrannte Klinker durch Regulierung gar zu brennen.

Kontrolle des Brennprozesses.

Der am unteren Ende des Ofens stehende Brenner überwacht den Sinterungsprozess durch ein Loch im Ofenkopf, indem er hierzu gefärbte Glasplatten benutzt. Seine Hauptaufgabe ist es, darauf zu achten, dass das Material an der Stelle des Ofens, an der gewöhnlich die Sinterung stattfindet, also einige 20 Fuss vom Ofenende entfernt, die richtige Temperatur erreicht. Dieses kann nach der Farbe beurteilt werden. Der Brenner ist in der Lage, das Material bis zu 15-20 Fuss jenseits der Sinterzone zu sehen, und auf dieser Strecke wechselt die Farbe augenfällig, indem das Material weissglühend wird, wenn die Sinterung vollständig ist.

Bei gleichmässiger Schlammzufuhr, welche auf die richtige Umdrehungsgeschwindigkeit des Ofens eingestellt ist, kann die Umdrehungszahl in der Minute der Kohlenzuführungsschnecken gleichmässig bleiben. Beim

Nassverfahren kann eine solche Gleichmässigkeit 2-3 Stunden und noch länger andauern. Das Gleichgewicht wird gestört, wenn Staubkohle in dem zuführenden Trichterbehälter hängen bleibt oder ein kleiner Klinkeransatz ausbricht, wodurch überschüssiges Material den Ofen herunter kommt. Wenn offensichtlich ist, dass das, der Sinterzone sich nähernde Material nicht genügend hoch erhitzt wird, so vermehrt der Brenner gewöhnlich die Kohlenzufuhr und reduziert zur gleichen Zeit die Umdrehungsgeschwindigkeit des Ofens. Das Mass, in dem sich das Material der Sinterzone nähert—gewöhnlich etwa 16 Zoll in der Minute bei einem 200 Fuss langen Ofen—wird dann so lange verlangsamt, und die Temperatur in der Sinterzone erhöht; in wenigen Minuten werden die Betriebsbedingungen wieder normal, ohne dass ungar gebranntes Material den Ofen verlässt.

Bei einem mit voller Leistung arbeitendem Ofen ist es jedoch nicht leicht, die Temperatur bei oder in der Nähe der Sinterzone zu steigern, da Zeit und genügend Oberfläche fehlen. Der grösste Teil der, durch mehr Kohle erzeugten Hitze wird auf das Material erst weiter oben im Ofen übertragen. Wenn die Sonderzufuhr an Kohle 10 Prozent überschreitet, kann es vorkommen, dass nicht genügend Luft zur Verbrennung anwesend ist, und aus dem Schornstein steigt entsprechend schwarzer Rauch auf

Bei normalen Temperaturabfallen in der Sinterzone sollte es nicht notwendig sein, die Schlammzufuhr zu drosseln, da das Material 2½ Stunden braucht, um den Ofen zu passieren. Zudem wurde jede temporäre Reduktion der Schlammzufuhr die Situation in der Sinterzone erst lange, nachdem der Ofen wieder normale Temperatur erreicht hat, beeinflussen. Der Verfasser hat grosse Ausfälle an Klinkerleistung erlebt, welche aus dieser Veranlassung entstanden sind.

Neigungsverhältnis sowie Umdrehungsgeschwindigkeit des Ofens und Grösse der Charge.

Die üblichen Werte bei einem 200 Fuss langen Ofen, wie wir ihn hier behandeln, wurden für die Neigung gegen die Horizontale 1 : 24 und für die Umdrehungsgeschwindigkeit 0.85 Touren in der Minute betragen. Die Praxis zeigt, dass der trockne Einsatz im Ofen ungefähr eine Lage, wie sie Abbildung 5 (siehe Seite 49) darstellt, einnehmen wird, wobei sich ACB im natürlichen Neigungsverhältnis des Materials befinden. Die Menge des Einsatzes, die durch die Fläche ACBD im Querschnitt dargestellt wird, dürfte etwa 7½ Prozent des lichten Ofeninhalts ausmachen. Dieses trifft für die normale Dimensionierung der Sinterzone zu. Gemäss der Drehung des Ofens bewegt sich das Rohmaterial in der Pfeilrichtung.

Wenn man annimmt, dass das Material im ganzen Ofen trocken ist und keine chemischen Veränderungen erleidet, so ist offenbar der

$$\frac{\text{Gesamteinsatz in t}}{\text{stündliche Zufuhr in t}}$$

= der Zeit, welche das Rohmehl im Ofen ist

Wenn man die tatsächlichen Verhältnisse in einem nach dem Nassverfahren arbeitenden Ofen betrachtet, so muss die Berechnung für jede Zone einzeln ausgeführt werden, das heisst (a) Wasserverdampfung, (b) Steigerung der Temperatur, (c) Aufspaltung von $CaCO_3$ und (d) Steigerung der Temperatur. Bei einem 200 Fuss langen Ofen beträgt die Menge des Einsatzes an Material 7½ Prozent und die zum Durchsatz notwendige Zeit 2½ Stunden.

Da experimentell erwiesen ist, dass sich die Leistung eines Ofens von verschiedenster Dimensionierung ungefähr proportional dem lichten

Jnnenvolumen verhält, wenn wir voraussetzen, dass die aufgegebene Menge im Verhaltnis stets die gleiche, zum Beispiel 7½% ist, so folgert hieraus, dass das Rohmehl alle Oefen, langere oder kürzere, in der gleichen Zeit, namlich in 2½ Stunden passiert. Es ist beabsichtigt, dieses Problem experimentell zu klären und auf den Gegenstand in einem späteren Artikel zuruckzukommen.

Eine geringe Beschleunigung der Umdrehungsgeschwindigkeit wird die Zeit des Rohmehldurchsatzes im Ofen herabsetzen und damit auch die Menge der Charge reduzieren. Ebenso wurde eine weniger starke Neigung des Ofens die Zeit, wahrend welcher das Material den Ofen passiert, verlangern und damit die Menge der Charge vermehren. Hieraus ergibt sich, dass ein Spielraum besteht zwischen dem Neigungsverhaltnis einerseits und der Umdrehungsgeschwindigkeit andrerseits, innerhalb dessen die Chargenmenge von 7½% erhalten bleibt.

Viele altere Oefen von 150-200 Fuss Länge sind durch eine Antriebswelle angetrieben worden, die ublicherweise zwei Satze von Fest- und Los-scheiben besass, durch welche eine grössere Geschwindigkeit von einer Tour in der Minute und eine langsamere Geschwindigkeit von einer halben Umdrehung in der Minute erteilt werden konnte. Spaterhin sind die meisten Oefen von einem langsam laufenden Motor, der Geschwindigkeitsänderungen zwischen 2 und einer Umdrehung in der Minute ermöglichte, mit Treibriemenubertragung angetrieben worden.

Verfahren der Warmeübertragung.

Die Oberfläche (ACB) empfängt die Hitze von den heissen Gasen durch Uebertragung; sie erhält auch Wärme durch Strahlung vom Ofenmantel (AEB). Die Oberfläche (ADB) empfängt Hitze durch Uebertragung, Strahlung und Leitung. Es soll in einen späteren Artikel über die tatsächliche Menge des Wärmeaustausches berichtet werden.

Verbindung zwischen Ofen und Kühltrommel.

Während der Entwicklung des Drehofens gaben die Vorrichtungen, durch die der rot-oder weissglühende Klinker in die Kuhltrammel transportiert wurde, mehr Ursache zu Schwierigkeiten, als irgend ein anderer Teil der Apparatur. Ein damals allgemein benutztes Verfahren zeigt Abbildung 6 (siehe Seite 50); die Einzelheiten gehen aus den Fussnoten hervor. Die Klinkerschutte (D) sollte zwei Zwecken dienen, namlich dem Transport der heissen Klinker vom Ofen zum Kuhlrohr und dem der vorerhitzten Luft von der Kuhltrommel zum Ofen. Die Gesetze, welche den Gang des Luftstroms bestimmen, waren damals noch nicht allgemein bakannt. Der im Ofenkopf vom Schornstein her herrschende Luftzug genugte lediglich, um einen verhaltnismässig kleinen Teil der Luft durch den Klinkertrichter anzusaugen. Jnfolgedessen wurde der letztere rotgluhend und verbrannte sehr schnell. Weitere heisse Luft wurde dem Ofen dadurch zugefuhrt, dass man das Saugrohr des Kohlenstaubgeblases mit dem Kühlerkopf (E) verband. Doch war dieses Verfahren noch schlechter, als es notwendigerweise infolge der schlechten Beschaffenheit der Dichtungsringe am Ofen-und Kuhlerkopf sein musste. Der Ofendichtungsring bestand aus einer ringförmigen Platte von $6 \times \frac{3}{8}$ Zoll im Querschnitt. Er wurde um den Ofenmantel gelegt und mit der Stirnseite des Ofenkopfes verschraubt. Die Platte war in vier Sektionen geteilt, von denen jede einzeln um den Ofenmantel gelegt werden konnte, nachdem die Bolzenlöcher eingeschlagen worden waren. War der Ofen noch neu und an den Dichtungsringen noch wirklich kreisförmig, und wenn überdies der Ofen wirklich auf den Lagerrollen lief, so war diese Dichtung befriedigend. Durch die Hitze verzog

sich jedoch der Ofen bald und die Sektionen des Dichtungsringes wurden verschoben, wodurch grosse Risse mit dem Resultat entstanden, dass kalte Luft leichter in den Ofenkopf an den Löchern in dem Dichtungsringe eintrat als warme Luft durch die Klinkerschutte angesaugt werden konnte.

Am Kuhltrommelkopf (E) waren die Verhaltnisse ebenso. Im Kuhlerkopf entstand durch das Ansaugrohr (F) Luftzug, und kalte Luft trat in den Kuhlerkopf durch die Undichtigkeit des Dichtungsringes leichter ein, als dass Luft durch die Kuhltrommel angesaugt wurde, und zwar um so mehr, als die Oeffnung am Kuhlerende in bedenklichem Ausmasse durch das untere Ende der Klinkerschutte verengt war. Im Ergebnis war festzustellen, dass nur sehr wenig der, zur Verbrennung im Ofen benotigten Luft durch die Kuhltrommel angesaugt wurde. Die Hitze des, den Ofen verlassenden Klinkers wurde verschwendet, um die Wand des Kuhlrohrs rotgluhend zu machen, und um die Langsleisten, welche in der Kuhltrommel vorgesehen waren, zu verbrennen. Ausserdem verliess der Klinker die Kuhltrommel mit einer verhaltnismassig hohen Temperatur.

Die Verwendung hoherer Schornsteine und als Folge hiervon der grössere Luftzug im Ofenkopf verbesserten diese Verhältnisse so lange nicht, wie sich die Undichtigkeiten des Dichtungsringes nicht abstellen liessen. Der Verfasser untersuchte zwei oder drei altere Oefen, bei denen 75 Prozent der, zur Verbrennung nötigen Luft entweder durch das Kohlenstaubgebläse oder durch Undichtigkeiten als kalte Luft in den Ofenkopf eintraten. Solche Undichtigkeiten reduzierten entsprechend die Menge Luft, welche durch das Kühlrohr angesaugt und vorerhitzt werden konnte, und in gleicher Weise wurde die Menge wiederzugewinnender Wärme reduziert.

Wärme des, den Ofen verlassenden Klinkers.

Wenn die im Klinker gespeicherte Warmemenge vollkommen unausgenutzt bleibt, so kann der entsprechend höhere Kohlenverbrauch, wie folgt, berechnet werden:

Die wiederzugewinnende Warme aus einer Tonne Klinker, berechnet innerhalb eines Temperaturintervalls von 2200° F. bis 200° F., bei einer spezifischen Warme von 0.24 betragt:

$$\frac{2000 \times 0.24 \times 2240}{12600}$$

=85.4 Pfund Normalkohle.

Im Verhaltnis zum Klinker ausgedruckt betragt diese Menge:

$$\frac{85,1 \times 100}{2240} = 3\,81\%.$$

Dieses ist indessen nicht der volle Betrag, da mehr Kohle im Ofen verbrannt werden muss, um die mit den Klinkern verlorene Warme zu ersetzen. Von dieser Sondermenge werden etwa 20 Prozent in den Schornsteinabgasen verloren so, dass der tatsächliche Mehrverbrauch an Kohle und zwar lediglich, weil im Kühlrohr die Wärme nicht wiedergewonnen wird:

$$\frac{3.81}{0.80} = 7.76\%,$$ auf Klinker berechnet, betragt.

Ohne Kuhltrommel wurde also der Verbrauch des Ofens an Normalkohle, und zwar des Ofens, für den in dieser Abhandlung oben eine Warmebilanz aufgestellt wurde, von 26,45 auf 31,21 Prozent steigen.

Moderne Verbesserungen.

Ein wesentlicher Schritt vorwärts wurde getan, als selbsttätig regulierende Dichtungsringe am Ofen—und Kühlerkopf angebracht wurden, und die Luft unter Druck durch den Kühler gesaugt wurde. Das obere Ende der Kühltrommel wurde überdies zu ungefähr ein Drittel der Gesamtlänge mit feuerfesten Steinen ausge-

kleidet. Dadurch, dass man durch das Kühlrohr die richtige zur Verbrennung nötige Luftmenge trieb—unter Abzug aller irgendwie durch das Kohlenstaubgebläse eintretenden kalten Luft—wurde der Strahlungsverlust am Kuhlermantel wesentlich reduziert, und der, die Kuhltrommel verlassende Klinker war genugend abgekuhlt. Jeder Schaden an den inneren Eisenteilen des Kuhlrohrs und an der eisernen Klinkerschutte wurde ebenfalls verhindert. Eine Reihe wirklich gut arbeitender Werke sind nach diesem Gesichtspunkt betrieben worden.

In den letzten Jahren ist indessen eine Klinkerschutte allgemein in Aufnahme gekommen, welche ausschliesslich aus feuerfesten Steinen besteht

Sie ermoglicht einen genugend gross dimensionierten Luftweg zwischen Ofen und Kuhler und Reparaturen sind nur sehr selten notwendig. Die Bauart zeigt Abbildung 7 (siehe Seite 53) mit den entsprechenden Erlauterungen Bei einem 200 Fuss langen Ofen durfte der Minimalquerschnitt der feuerfesten Klinkerschutte mit ungefahr 9 Fuss richtig bemessen sein.

Der Dichtungsring aus Stahlplatten fur den Ofenkopf wird etwa 2 Zoll grosser im Durchmesser ausgebohrt als der Durchmesser des Ofenendes und er bewegt sich frei zwischen zwei Winkelringen, die auf den Ofenmantel aufgenietet sind. Der aussere Umfang des Dichtungsringes passt bequem in einen Winkelring, der auf den Ofenkopf aufgenietet ist. Es ist klar, dass der Ofen ziemlich exzentrisch laufen oder in der Länge schwingen kann, ohne dass die Wirksamkeit dieser Anordnung beeinträchtigt wird.

Brennstoffverluste der ersten Ofenkonstruktionen: Zusammenfassung.

Die ersten Drehöfen in England, besonders wenn sie nach dem Nassverfahren arbeiteten, waren ungefähr 100 Fuss lang. Wir haben bereits gesehen, dass dank der Undichtigkeit der Dichtungsringe und dem verengten Luftweg zwischen Ofen und Kühltrommel die Wärmekapazitat des, den Ofen verlassenden Klinkers verloren ging. Kalte Luft, welche durch Undichtigkeiten eintrat, war ein weiterer Grund, weshalb Wärme verloren ging. Auf Grund der verwendeten hohen Ziegelschornsteine und des hieraus folgenden Luftzuges im Ofenkopf, verursachten die Undichtigkeiten am Dichtungsring in vielen Fällen einen Ueberschuss von 40 oder 50 Prozent der, zur Verbrennung benotigten Luftmenge Dieser Ueberschuss an Luft steigerte sowohl die Menge wie die Temperatur der Abgase und damit auch den Verlust an diesen. Auf Grund dieser und der übrigen behandelten Ursachen, betrug der Kohlenverbrauch der ersten, 100 Fuss langen, nach dem Nassverfahren arbeitenden Drehofen zwischen 34 und 38 Prozent.

Die wesentliche Reduktion im Kohlenverbrauch bei Oefen von 100 bis 250 Fuss Lange ist nicht auf die gesteigerte Lange zuruckzufuhren, sondern auf andere Ursachen, von denen die wichtigsten, wie folgt, zusammengefasst seien:

(*a*) Bessere Wiedergewinnung der Warme in den Klinkern, nach Verlassen des Ofens

(*b*) Reduktion der uberschussigen Verbrennungsluft auf etwa 5 Prozent.

(*c*) Maschinelle Einzelheiten der Oefen und Kuhltrommeln, sowie der übrigen Werksanlagen sind allmählich verbessert worden. Daher ist heute ein kontinuierlicher Betrieb leichter durchzufuhren, und es wird weniger Kohle zum Anheizen und Wiederanheizen verbraucht.

(*d*) Längere Oefen mit verhältnismässig grösserem Durchmesser haben den Vorteil, dass Klinkerringansätze weniger leicht entstehen. In den Oefen mit kleinerem Durchmesser und mit verhältnismässig kieselsäurear-

nem Rohmaterial verursachten Ringansätze häufige Betriebsunterbrechung, wodurch der Kohlenverbrauch gesteigert wurde und die Leistung an hergestelltem Klinker abnahm

Abbildung 1 A Drehofen B Erweiterte Sinterzone C Kühltrommel D Ofenkopf E Kohlenstaubfeuerung F Klinkerschutte aus Zugelmauerwerk G Brennplattform des Ofens H Behälter zur Zufuhr von Rohmehlschlamm I Zuführungsrohr für Rohmehlschlamm K Kettentransporteur L Zugkanal M Zugregler N 100 Fuss hoher Schornstein

Abbildung 2 A Behälter zur Zufuhr von Rohmehlschlamm B Drahtsieb C Schlammzuführrohr von den Pumpen D Ueberlaufrohr zu den Mischbehältern E Auslassöffnung und Schieberventil F Regulierhebel und geteilter Schieber G Entleerungsschutte H Messgefäss für Dünnschlamm J Handgriff K Zuführrohr für Dünnschlamm zum Ofen

Abbildung 3 A Schlammzuführtank in zwei Teilen B Zuführrohr für Dünnschlamm C Ueberlauföffnung D Schöpfkellen für Rohmehlschlamm, E Mittel trommel F Normales Niveau des Dünnschlamms G Tülle der Ueberlauföffnung H Rückführungsrohr zu den Mischbehältern J Entleerungsrohr zum Ofen

Abbildung 4 A Fülltrichter für Staubkohle B Schieber C Zwei Kohlenzuführschnecken D Rundgehäuse für jede Schnecke E Doppelt konisches Gussstück für Kohlenzuführung F Kohlenstaubfeuerungsrohr

Abbildung 6 A Drehofen B Ofenkopf C Kühltrommel D Eiserne Klinkerschutte E Kühlerkopf F Ansaugrohr vom Kohlenstaubgebläse G Dichtungsring des Ofenkopfes H Dichtungsring des Kühlerkopfes J Entleerungsstutzen für Abfall

Abbildung 7 A Drehofen B Ofenkopf C Kühltrommel D Klinkerschutte aus Zugelmauerwerk F Unterstützende Eisenträger für Zugelmauerwerk I Dichtungsring des Ofenkopfes G Dichtungsring des Kühlerkopfes H Entleerungsweg für Abfall

Neuere europäische Zementfabriken.

Wir zeigen einige moderne, kürzlich in Europa von Fellner & Ziegler errichtete Zementfabriken in Bildern. Abb. 1 (siehe Seite 90) stellt die Generalansicht des grossen neuzeitlichen Werkes der Königshofer Zementfabriken in Königshof (Tschecho-Slowakei) dar. Die Oefen, von denen drei vorhanden sind, besitzen bis zu 1,52 m im Durchmesser erweiterte Sinterzonen, zwei der Oefen zeigt Abb. 2 (siehe Seite 90). Die Dreikammer-Mühlen sind 13 m lang, bei einem Durchmesser von 2,2 m (Abb. 3, siehe Seite 91). Die Verbundmühlen besitzen Zentralantrieb mit besonderer Zahnrad-Reduktion, wie sie Abb. 4 (siehe Seite 91) zeigt.

Eine der neuesten Anlagen im Rheinland wird in Abb. 5 (siehe Seite 92) gezeigt. Die Oefen sind bei einem Durchmesser von 3 m 50 m lang und besitzen erweiterte Sinterzonen.

Abb. 6 (siehe Seite 92) zeigt den Grundriss einer jetzt im Bau befindlichen Fabrik, die nach dem Nassverfahren betrieben werden soll. Die ungefähr 100 m Lagerhalle dient zur Stapelung von Klinkern, Kohle und Gips und die Lager werden durch Laufkrane mit Maulbechern bedient. Die Beschickungsbehälter der Mühlen werden durch die Krane direkt gespeist.

Die neuen Zementwerke in Hope (England) für G. & T. Earle, Ltd.

IN der neuen Fabrik der Zementfabrikanten G. & T. Earle Ltd. wurde kürzlich die Fabrikation von Portlandzement aufgenommen. Das Werk liegt bei Hope (Derbyshire). Ein kurz zusammenfassender Bericht der für Gross-Britannien neuen, aus der Praxis hervorgegangenen Gesichtspunkte bei der Anlage dürfte interessieren.

Zum ersten Male wurden zum Feinbrechen in Zementfabriken ein Kreiselbrecher verwendet. Die Abgase werden direkt staubsammelnden Ventilatoren zugeführt. In dem gesamten Werk sind nur drei Elevatoren vorgesehen; einer hebt die Kohle von den Eisenbahnwaggons zu den Vorratsbehältern, der zweite dient der Zufuhr von Staubkohle zu den Bunkern, und der dritte führt Zementstaub von den Saugzug-Ventilatoren des Ofens in diesen zurück. Die Prozesse des Brechens, Mahlens sowie der Zufuhr von Rohmehlschlamm als auch der Tonaufbereitung werden sämtlich mit Hilfe eines Becherwerks ausgeführt. Es ist keine Förderbahn in Verbindung mit der Tongewinnung und dem Waschen des Tons vorhanden. Der Ton wird mit einem Erdräumer direkt vom Tonlager nach dem Tonwäscher transportiert und dann auf die Vorratsbehälter gepumpt.

Das Werk ist auf eine Zementfabrikation von 3,200 t in der Woche eingestellt und so angelegt, dass künftige Erweiterungen des Werks vorgesehen sind. Bei einem Besuch des Geländes wird die Aufmerksamkeit sofort durch das hügelige Terrain gefesselt, und man begreift, dass die Anlage der Brüche wie des Werkes in sehr grossem Umfange durch die Natur des Terrains bestimmt worden ist. Der Grund des Steinbruchs befindet sich 266,69 m über der Kartenbasis; das Werk selbst endet mit 173,77 m über dieser Basis bei der Tonwäsche; es besteht also zwischen der höchsten und tiefsten Stelle eine Niveaudifferenz von 92,92 m.

Der Steinbruch.

Der Kalkstein ist hochwertig, praktisch frei von Feuchtigkeit und enthält 97% kohlensauren Kalk. Während der Errichtung des Werkes wurde ein etwa 213,36 m breiter Steinbruch angelegt, um Sprengungen auf grosser Grundlage vorzubereiten. Kurz vor Aufnahme des Werkbetriebes waren die Sprengbohrungen in dieser Breite beendet, und mit einer Sprengung wurden etwa 30,000 t Kalkstein bewegt und zu einer Grösse gebrochen, dass er durch einen elektrisch betriebenen Löffelbagger aufgenommen werden konnte. Die Sprenglöcher wurden mit Bohrern, welche die Gesellschaft selbst anfertigte, ausgebohrt und waren 15,24 cm breit und 10,07 m tief. Sie wurden sämtlich zur gleichen Zeit zur Explosion gebracht.

Der gebrochene Kalkstein wird mit einem Löffelbagger aufgenommen; dieser besitzt eine Fassungsvermögen von 2,674 cbm und bewegt sich auf Raupenrädern. Das Drehen des Löffelauslegers wird durch einen selbstständigen Antrieb mit eigenem Motor bewirkt; tatsächlich ist für jede Bewegung ein gesonderter Motor vorgesehen. Ein 110 PS starker Motor dient dem Heben, während für Drehen und Greifen je eine eigene 40 PS starke Krafteinheit vorhanden ist. Jede dieser drei Bewegungen wird durch einen gesonderten Umschaltkontakt vom Typ der stehenden Schalttafel mit mechanischem und elektrischem Verschluss sowie Maximalausschalter ausgelöst. Meisterwalzen, die mit vertikalen Hand-

hebeln versehen sind, bedienen diese Kontakte, für die durchgängig doppeltpolige Hochststromsicherung vorgesehen ist. Die Kupplungen werden pneumatisch mit einem Minimum von Anstrengung durch den Führer bedient. Die Kontrollen sorgen für vollen Schutz der Motore, die ohne Schädigung in beträchtlichen Grenzen belastet werden können.

Jede der beiden elektrischen Lokomotiven, welche benutzt werden, um den Kalkstein vom Bruch zum Brechergebäude zu schaffen, werden durch zwei 27 PS Motore getrieben und können eine Last von 50 t bei einer Stundengeschwindigkeit von 16,1 km. auf der, an der steilsten Stelle 1.50 betragenden Steigung vom Steinbruch befördern. Direkter Strom wird durch zwei Stromabnehmer in Verbindung mit einer dritten zwischen dem Gleis liegenden Schiene benutzt. Der 400 Volt Dreiphasenstrom wird in 250 Volt Strom mit Erdruckleitung zur Beschaffung der für die Lokomotiven nötigen Kraft transformiert. Stahlwagen von Normalmass mit einem Fassungsvermögen von 5,35 cbm werden verwendet, um den Kalkstein zum Brechergebäude zu transportieren.

Im Brecherhaus ist der grösste, je in England gebaute Backenbrecher mit einer Oeffnung von 1,83 × 1,22 m und einem Gewicht von 133 t zur Aufstellung gelangt. Er vermag 5 t schwere Steinblöcke aufzunehmen und sie auf eine Grösse von 15,24 cm zu brechen bei einer stündlichen Leistung von 250 t. Dieser Brecher wird durch einen 250 PS starken Motor getrieben, und das gebrochene Gestein gelangt weiter zu einem zweiten Brecher vom Typ der Kreiselbrecher. Dieser letztere Brecher unterscheidet sich von den gewöhnlich laufenden Brechern dadurch, dass er mit sehr viel grösserer Geschwindigkeit, nämlich mit 450 Touren in der Minute läuft und dadurch, dass der Konus nach der Grundfläche zu abgeplattet ist. Bei den normalen Brechern wird die grösste Steingrösse, die durchfallen kann durch den Abstand von Konus und Gehäuse an seiner weitesten Stelle bestimmt. Bei diesem Fein-Brecher dagegen verzögern der abgeplattete Konus und die hohe Umlaufgeschwindigkeit den Austritt des gebrochenen Materials um mindestens eine vollständige Umdrehung der Maschine. Es folgt daher hieraus, dass die stärkste Steingrösse durch den Abstand zwischen der geschlossenen Seite des Konus und dem Gehäuse bestimmt wird. Die Erschütterungen des Brechers werden durch 40 Spiralfedern aufgefangen, deren Spannung wie auch die Grösse des gebrochenen Materials während des Ganges der Maschine reguliert werden kann. Das Gewicht dieses Brechers beträgt etwa 50 t und seine stündliche Leistung ca. 225 t, wenn von 30,48 cm starken Steinen auf 1,27 cm Grösse gebrochen wird. Es ist der grösste Brecher dieser Art in England. Zwischen der Oeffnung des Backenbrechers und der oberen Kante der Kalksteinsilos besteht den Hügel hinab ein Gefälle von 60,35 m, was zu berücksichtigen ist. Von dem Grund des Steinbruchs nach dem Backenbrecher fällt das Gestein 8,53 c. und von hier zu der zweiten Kreiselbrecheröffnung senkt eine 101,59 m langes, 106,68 cm breites Förderband das Gestein um 17,98 m. Die restliche Höhendifferenz wird durch eine Schütte bewirkt, in der schwere Ketten angebracht sind, um den Sturz des Materials zu hemmen, ehe dieses ein Förderband erreicht, das es zum Kalksteinsilo schafft. Der Silo ist in Eisenbeton erbaut und fasst 2,000 t Gestein. Von hier wird der gebrochene Kalkstein direkt den Zuführtellern zweier Verbundmühlen von je 10,97 m Länge und 2,20 m Zoll Durchmesser zugeführt. Die Mühlen werden durch 650 PS starke Auto-Synchronmotore mit Reduktionszahnrädern getrieben.

Die Rohmühlen wie auch die später zu behandelnden Trockenmühlen

werden direkt durch eine Kupplung vom Zahnradvorgelege getrieben und die Achse zentral mit der Mühle verbunden, wodurch der gewöhnlich für Rohrmühlen vorgesehene Zahnrad- und Ritzelbetrieb fortfällt.

Der Dünnschlamm von den Rohmühlen wird durch ein motorgetriebenes, mechanisch vibrierendes Sieb gedrückt, wodurch alles gröbere Material ausgesondert wird, ehe der Schlamm in die Zentrifugalpumpen gelangt, die ihn zu den Vorratsbehältern befördern.

Der Schlamm lagert in fünf Eisenbetonbehältern mit einem Fassungsvermögen von je etwa 481,4 cbm. Mechanisches Rühren ist nicht vorgesehen, dagegen sind die Tanks mit Druckluftrührung, die durch Rohre am Boden eintritt, ausgerüstet.

Tonaufbereitung.

In der Tongrube wäscht eine Tonwaschapparatur von 20 Fuss Durchmesser, getrieben durch einen 104 PS starken Motor, den Ton mit einer stündlichen Leistung von 60 t. Von hier wird der Ton nach dem Werk mit Plungerpumpen gefördert.

Das Verfahren der Gewinnung des Tons wird mittels eines Schrabgrabers, der eine 2,29 cbm Schaufel besitzt, bewirkt. Die stündliche Leistung beträgt 60 t bei einer Maximallänge der Seilbahn von 252,98 m. Ein 105 PS starker Motor liefert für den Bagger die Kraft; bei einschichtiger Arbeitsweise wird genügend Ton gefördert, um den Leistungen des Werkes zu entsprechen.

Von der Tonwäsche wird der " Schlicker " nach dem 713,2 m entfernten Werken gepumpt, wo er in zwei Tontanks gelagert wird, die jeder 620 t „ Tonschlicker " fassen. Aus diesen Tanks sinkt der „ Schlicker " durch ein Ventil in einen Messtank, aus dem er durch zwei Schöpfräder mit Kontrollmöglichkeiten für verschieden grosse Geschwindigkeit in abgemessenen Mengen, ebenfalls infolge der eigenen Schwere, nach den Mühlen gelangt. Das Verfahren, mittels welchem der „ Tonschlicker " in dem Messtank ebenfalls durch ein Kugelventil auf konstantem Niveau erhalten wird, ist von Interesse. Anstelle einer direkten Einwirkung auf das Ventil ist die Schwimmkugel mit Getriebekontakt und einem kleinen Motor ausgerüstet, der das Ventilrad vor-und rückwärts bewegt, je nach den wechselnden Drucken vom Tontank und je nach den Anforderungen der Mühlen hinsichtlich weiterer Zufuhr.

Ofenhaus.

Im Ofengebäude befinden sich zwei Oefen; hier liegen auch die Kohlenmühlen. Die Oefen sind 84,12 m lang und haben einen Durchmesser von 2,55 m, während die erweiterte Sinterzone 14,02 m lang ist und 3,15 m Durchmesser besitzt. Jeder der Oefen besitzt eine Leistungsfähigkeit von 10 t Klinker in der Stunde. Die Kühlrohre sind von modernster Bauart, indem sich um den Ofenmantel selbst zwölf Sonderkühlrohre gruppieren. Diese Kühlrohre sind mit einer grossen Anzahl von hängenden Ketten in Inneren versehen, die beim Drehen des Ofens abwechselnd von Klinker bedeckt werden und dann einen Teil der Klinkerhitze aufnehmen, um diese wieder an die einströmende kalte Luft abzugeben, wenn die Bewegung des Ofens sie wieder aus den heissen Klinkern heraushebt.

Von den Oefen fällt der Klinker auf ein Förderband, das speziell auf die Widerstandsfähigkeit gegen heisse Temperaturen eingestellt ist. Dieses Förderband schafft den Klinker in eine kleine Grube, die häufig mittels eines Laufkrans mit Greifkorb entleert wird. Dieser letztere kippt den Klinker auf ein ebenerdiges Lager mit einem Fassungsvermögen von 3,350 t aus.

Im Ofenhaus befindet sich hinter der Brennplattform die Kohlenmahlanlage. Diese besteht aus einer Kombination

von Kugel-und Rohrmühle, durch welche heisse Luft aus den Klinkerkühlrohren passiert, wodurch der Prozess des Trocknens und Mahlens vereinigt wird, die Notwendigkeit einer gesonderten Kohlentrocknungsanlage also hinfallig ist. Die Kohle wird aus der heissen Luft mittels Zyklon abgesaugt und in den Staubkohlenbunker mittels Elevator geschafft, wodurch es möglich ist, in gewissen Zwischenräumen, die Kohlenmuhle fur Reparaturen, still zu legen, und wodurch es auch ermöglicht wird, sie bei voller Ausnutzung weiter laufen zu lassen, wenn der Kohlenverbrauch geringer ist als die Mahlleistung.

Die Kohle wird am Werk in Eisenbahnwaggons angeliefert; diese gehen zu einer Kippvorrichtung, von der die Kohle auf Eisenbetonsilos in stündlichen Mengen von 120 t. gehoben wird. Die gleiche Kippvorrichtung wird auch benutzt, um Gips in Haufen zu entladen; fur diesen Zweck ist ein Nebenforderband vorhanden.

Mahlung.

Die Mahlabteilung dieses Werks verfügt uber ein geräumiges Gebaude, in dem sowohl die Roh-wie Klinkermuhlen untergebracht sind. Das Gebäude ist untergeteilt. Auf der einen Seite befinden sich die Hoch-und Niederspannungsschalttafeln gemeinsam mit den Reduziergetrieben und den Motoren für samtliche Muhlen. Eine langsam laufende Welle, gesondert für jede Muhle, bewirkt die Uebertragung durch die Wand hindurch in den eigentlichen Mahlraum, in dem sich auch die Pumpen für den Transport von Schlamm und fertigen Zement befinden.

Zementmühlen.

Diese Mühlen ähneln den Rohmühlen von 10,97 m Länge und 2,20 m Durchmesser, werden aber mit 750 PS starken Auto-Synchronmotoren und 3,000 Volt Spannung getrieben. Von den Zementmühlen wird der Zement durch eine Rohrleitung von 105,46 m Länge und 10,16 cm Durchmesser zu dem Lager befördert. Die Höhe der Silos, auf die der Zement durch die Rohre gehoben wird, beträgt 22,48 m. Vier Rotierkompressoren, die jeder eine Leistungsfähigkeit von 160 m bei 18,144 kg Druck besitzen, versorgen die fur das Rohrsystem nötige Kraft.

Der Zement lauft von den Mühlen in den einen oder den anderen von zwei Tanks, die mit Schwimmventilen, welche durch das Niveau im Bunker reguliert werden, versehen sind. Die Oeffnung des Ventils lasst Luft in den Tank eintreten, wodurch der Zement in die Vorratssilos fällt; inzwischen wird der andere Tank in ahnlicher Weise gefullt.

Zement-Lager.

Sechs Eisenbetonsilos von je 1,500 t Fassungsvermögen sind vorhanden. Einer ist untergeteilt fur spezielle Zementsorten in kleineren Mengen. Das Packen erfolgt automatisch unter Benutzung von Ventilsacken Diese Säcke hangen an dem Ausflussstück der Wägemaschine und werden, wenn sie das richtige Gewicht haben, automatisch abgehangt und fallen dann durch eine Schütte, fertig zur Verladung, in den Eisenbahnwaggon oder in den Wagen herunter. Ueber den Wägemaschinen befindet sich ein besonderer Zementtrichterbunker, der mit Rührflügeln wie bei Schlammischern ausgerüstet ist. Eine schwache und ständige Einführung von Druckluft in diesen Bunker verwandelt den Zement in ein fliessendes Medium und ermöglicht, dass er durch eigene Schwere in die Säcke fliesst.

Kraftanlage.

Zum Zwecke der Kraftversorgung des Werkes ist eine Ringoberleitung von 33,000 Volt aus der Nachbarschaft von Sheffield vorhanden, und in dem Falle des Versagens der einen

Leitung kann die andere Leitung benutzt werden, um die Kraftzufuhr aufrecht zu erhalten Motoren von über 150 PS Stärke laufen mit 3,000 Volt Spannung, während 400 Volt Spannung für die Motore von 150 PS Stärke und darunter vorhanden ist Die Verteilung der Kraft wird durch 4 Unterstationen vermittelt

Es wurden geliefert der elektrische Löffelbagger von der Firma Ruston and Hornsby, Ltd , die elektrischen Lokomotiven von der Firma Metropolitan-Vickers, Ltd , der Backenbrecher von der Firma Vickers-Armstrong, Ltd , der Kreiselbrecher von der Firma Symon Bros , die Verbundmühlen, der pneumatische Zementtransport, die Oefen und die Packmaschinen von der Firma F L Smidth & Co , Ltd , das Dünnschlammsieb von der Firma Sunderland Forge & Engineering Co , die Staubsammlungsventilatoren von der Firma Keith, Blackman & Co , die Kohlenwaggonkippvorrichtung von der Firma Mitchell Conveyor & Transport Co , Ltd , die elektrischen Apparaturen und Instrumente von den Firmen Geo Ellison, Ltd , Metropolitan-Vickers, Ltd , Reyrolle & Co., Ltd , Crompton-Parkinson, Ltd , und Nalder Bros & Thompson, Ltd , die unterirdischen Kabel von den Firmen British Insulated & Helsby Cables, Ltd , und MacIntosh Cable Co Eimerkettenbagger von E P Sargeant

Die folgenden Abbildungen bedeuten Abbildung 1 (siehe Seite 55) Generalansicht Abbildung 2 (siehe Seite 56) Allgemeiner Grundriss Abbildung 3 (siehe Seite 57) Drehofen mit Blick auf die Kühlrohre Abbildung 4 (siehe Seite 58) Drehofen von der Brennplattform gesehen Abbildung 5 (siehe Seite 59) Backenbrecher 72×48 Zoll Abbildung 6 (siehe Seite 60) Zufuhr zum Backenbrecher Abbildung 7 (siehe Seite 61) Konus Brecher Abbildung 8 (siehe Seite 62) Zwei 650 PS starke Auto Synchronmotore mit Vorgelege zum Treiben der Rohrmühlen Abbildung 9 (siehe Seite 63) Hauptschalttafel und Transformatoren zum Transformieren des Stroms von 3000 auf 400 Volt Abbildung 10 (siehe Seite 64) Eine der Packmaschinen Abbildung 11 (siehe Seite 65) Löffelbagger mit 4 t Fassungsvermögen Abbildung 12 (siehe Seite 67) Blick in den Steinbruch

Die Prüfungsverfahren für Zement.

VON DR G HAEGERMANN

VORSTAND DES LABORATORIUMS DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND ZEMENT FABRIKANTEN, BERLIN KARLSHORST

Das Ziel der Zementprüfung soll die Erfassung der für die praktische Verwendung massgebenden Eigenschaften und die Möglichkeit eines einwandfreien Gutevergleiches bei Ausführung der Prüfung an verschiedenen Prüfungsstellen sein Massgebende Eigenschaften für Zement sind, Raumbeständigkeit, Bindezeit und Festigkeit Demgegenüber sind Mahlfeinheit, Raumgewicht und spezif Gewicht von untergeordneter Bedeutung, denn sie gestatten ebensowenig wie die chemische Zusammensetzung die Bildung eines Urteils über den praktischen Wert eines Zementes Die Erfahrung hat gelehrt, dass Raumbeständigkeit und Bindezeit zweckmässig an Proben aus reinem Zementbrei, die Festigkeit hingegen an Proben aus Mischungen von Zement, Wasser und Sand ermittelt werden sollten

Fur die Bestimmung der Raumbeständigkeit besteht in den Prüfungsvorschriften aller Länder weitgehende ubereinstimmung. Die Raumbeständigkeit wird durch Einlagerung eines Kuchens in kaltes Wasser oder-beschleunigt-durch die Le Chatelier-Probe und die Kochprobe nach Michaelis ermittelt. Die sogen. „beschleunigten" Prufungsverfahren sind teils scharfer, teils schwacher als die Prufung bei Lagerung der Proben in kaltem Wasser. Es ist durch umfangreiche Versuche nachgewiesen worden, dass ein Zement, der die beschleunigte Prufung nicht besteht, dennoch praktisch einwandfrei raumbestandig sein kann. Im Laboratorium des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten zu Berlin-Karlshorst befinden sich Werkstücke aus Zementen, welche die beschleunigten Prufungen nicht bestanden haben und trotsdem nach nunmehr 33 jähriger Lagerung in Freien einwandfrei erhalten sind. Andererseits zeigen aber die beschleunigten Proben das Gipstreiben nicht an. Der Oftmals gemachte Einwand, die beschleunigten Prüfungsverfahren entsprächen nicht der praktischen Verwendungsweise von Zement, besteht zweifellos zu recht, und wenn dennoch anerkannt werden muss, dass die beschleunigten Prufungen zur vorläufigen Beurteilung der Raumbeständigkeit dienen können, so sollte fur die endgültige Beurteilung das Verhalten bei Lagerung der Kuchen in kaltem Wasser massegebend sein.

Die Bestimmung der Bindezeit wird allgemein mit dem Vicat-Apparat ausgefuhrt. Seit Jahrzehnten bestehen Bestrebungen diesen Apparat durch einen die Bindezeit mechanisch registrierenden zu ersetzen; bisher haben aber alle in Vorschlag gebrachten Apparate nicht befriedigt.

Die Abbindeprufung soll Auskunft uber den Zeitraum geben, in welchem Mörtel oder Beton (vom Augenblick der Bereitung an gerechnet) ohne Einbusse an Festigkeit verarbeitet werden kann. Die Gutevorschriften enthalten dementsprechend Angaben uber den Beginn der Erstarrung. Aufgabe der Prufung ist es festzustellen, ob der Erstarrungsbeginn der Vorschrift entspricht, und hierzu ist der Vicat-Apparat geeignet

Wahrend der Erstarrungsbeginn identisch ist mit der Auslösung der Abbindereaktion, so ist das Ende der Bindezeit als eine ziemlich willkürlich gezogene Grenze anzusehen, die einen gewissen Grad der Erstarrung kennzeichnet, der praktisch nur von geringer Bedeutung ist. In den meisten Normen sind aus diesem Grunde Vorschriften über die Bindezeit nicht aufgenommen worden; wo sie bestehen, können sie zweckmässiger durch Festigkeitsforderungen in frühem Alter ersetzt werden.

Besteht in den Verfahren zur Bestimmung der Raumbeständigkeit und der Abbindezeit in den verschiedenen Ländern weitgehende Übereinstimmung, so trifft dies auf die Verfahren zur Ermittlung der Festigkeitseigenschaften nicht zu.

Am einfachsten wäre zweifellos die Festigkeitsermittlung am erhärteten Zementbrei, der nur aus Zement und bestimmten Wassermengen zusammengesetzt ist. Dies Verfahren gibt aber leider keinen Aufschluss über die sogen. Sandfestigkeit des Zementes. In der Praxis soll Zement in Mischung mit

Sand oder dergl. verarbeitet werden; die Verwendung ungemagerten Zementmörtels ist fehlerhaft. Was für die Praxis gilt, sollte auch für die Prüfung des Zementes im Laboratorium beachtet werden. Gibt nun erfahrungsgemäss die Prüfung reiner Zementkörper praktisch nicht verwertbare Ergebnisse, so hat man ähnliche Beobachtungen bei Prüfungen von Normensand-Mörtel gemacht, sofern es sich um Zemente besonderer Festigung handelte, beispielsweise um Naturzemente. Mit anderen Worten kann man sagen, dass das Prüfungsverfahren, wie es z.Zt. üblich ist, nur auf Zemente bestimmter Herstellungsweisen z.B. auf Portlandzemente anwendbar ist. Diesem Unstande ist in den Normen der meisten Länder insofern Rechnung getragen, als die Begriffserklärung ein wesentlicher Bestandteil derselben ist. D. B. Butler hat sich gelegentlich eines Vortrages über „ Neue Verbesserungen bei der Zementherstellung "[1] dahin geäussert, dass die Probe mit reinen Zementkörpern beibehalten werden sollte, weil Abarten des Portlandzementes bei Prüfung der Mörtelproben oftmals befriedigende Ergebnisse ergäben, während die an reinen Zementkörpern ermittelten verhältnismässig niedrig ausfielen. Diese Erscheinung trifft zwar häufig zu, aber sie gibt dennoch keinen Aufschluss über das Verhalten bei Anwendung gemischtkörnigen Sandes und höherer Wasserzusätze. Ob es möglich sein wird, ein Prüfungsverfahren zu finden, welches zur Beurteilung aller Zementarten-wie auch deren Herstellungsweise sei- geeignet ist, muss weiteren Versuche vorbehalten bleiben.

Zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse bei Prüfung von Portlandzement an Mörtelproben gilt als notwendige Voraussetzung die Festlegung der Sandart, des Wasserzusatzes oder der Konsistenzmessung, des Mischungsverhältnisses, der Mischweise, der Form sowie der Anfertigung, Lagerungsart und des Alters der Prüfkörper. Die Änderung einer dieser Konstanten hat auch die Änderung des Prüfungsergebnisses zur Folge.

Weitgehende Übereinstimmung besteht über die Lagerungsart und das Alter der Prüfkörper. Gegen die Lagerung in Wasser von 15 bis 18° C.—nachdem die Körper 24 Stunden in feuchter Luft aufbewahrt wurden—oder gegen die sogen. Kombinierte Lagerung (1 Tag feuchte Luft, 6 Tage Wasser, 21 Tage Zimmerluft) ist nichts einzuwenden. Diese Bestimmungen haben sich allgemein bewährt und eine Änderung ist nicht anzuraten.

Für das Alter der Prüfkörper schwanken die Angaben insofern, als einzelne Vorschriften nur die Prüfung nach 7 und 28 Tagen vorsehen, andere daneben die nach 2 oder 3 Tagen und in Österreich hat man auf den Vorschlag von Spindel die Prüfungstermine auf 2 und 7 Tage (unter Fortfall der Prüfung nach 28 Tagen) beschränkt.

Die Prüfung der Mörtel in frühem Alter ist besonders mit Rücksicht auf die hochwertigen Zemente notwendig geworden, deren charakteristisches Kennzeichen gegenüber den sonst handelsüblichen Zementen die hohe

[1] "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 1929, No. 2, S. 62/64.

Anfangsfestigkeit darstellt (die für die Baupraxis von besonderer Bedeutung ist). Sie ist ferner erwünscht, um schnell ein Urteil über die Güte des Zementes zu erlangen. Ob als Prüfungstermin 2 oder 3 Tage gewählt wird, ist unwesentlich; in Deutschland hat man sich auf die Prüfung nach 3 Tagen geeinigt, weil die Ergebnisse nach dieser Zeit geringere Schwankungen aufweisen als nach 2 Tagen. Daneben ist aber die traditionelle Prüfung nach 28 Tagen beibehalten worden, um auch uber den Festigkeitsfortschritt—der gleichfalls zur Gütebeaurteilung erforderlich ist – Gewissheit zu erlangen.

Die Festigkeitsermittlung erfolgt entweder nur an Zugproben oder an Zug- und Druckproben. Zug- und Druckprobe geben über verschiedene Eigenschaften des Zementes Aufschluss, denn es besteht keine feste Beziehung zwischen Druck- und Zugfestigkeit. Erfahrungsgemäss weisen die Ergebnisse an Zugproben recht weite Streuungen auf und aus diesem Grunde hat man in Deutschland bereits in Erwägung gezogen, die Zugprobe entweder fallen zu lassen oder durch eine andere, geeignetere Probe zu ersetzen. Der Beton im Bauwerk wird überdies nur selten auf Zug, sondern zumeist auf Druck und Biegung beansprucht und die wahre Härte des Mörtels wird am besten durch die Druckfestigkeit gekennzeichnet. Der Druckprobe sollte daher die grösste Beachtung geschenkt werden und falls die Absicht besteht auch noch über andere Festigkeitseigenschaften unterrichtet zu werden, so kann anstelle der Zugprobe die Biegeprobe (Prismen) genannt werden, denn Zugfestigkeit und Biegefestigkeit führen zu Zahlen, die untereinander proportional sind. Es darf hierbei aber nicht unerwähnt bleiben, dass mit der Biegeprobe noch nicht genügend Erfahrungen gesammelt sind, um ein Urteil über deren Bewährung fällen zu können. Nach den bisherigen Versuchen scheinen die Streuungen in engeren Grenzen zu liegen wie bei der Zugprobe.

Das bei allen Prufungsverfahren fur den Mörtel vorgesehene Mischungsverhältnis von 1 Zement: 3 Normensand ist zweckmässig und hat sich bewährt; es erübrigt sich weiter darauf einzugehen.

Weitgehende Unterschiede bestehen in der Mischweise des Mörtels und der Anfertigung der Probekörper. Teils wird die Ausführung unter Zuhilfenahme von Maschinen, teils von Hand vorgeschrieben. Auch der Grad der Verdichtung des Mörtels bei Anfertigung der Probekörper ist nicht einheitlich. Hieraus ergeben sich recht grosse Abweichungen in den Prüfungsergebnissen bei Anwendung verschiedener Verfahren.

Die maschinelle Ausführung des Mischens und des Einschlagens ist derjenigen von Hand vorzuziehen, weil sie die individuellen Fehlerquellen ausschaltet. Für das maschinelle Mischen ist allgemein die Mischmaschine Bauart Steinbrück-Schmelzer eingeführt worden. Das maschinelle Einschlagen erfolgt mit dem Hammerapparat (Bauart Böhme-Martens) oder mit der Ramme (Bauart Klebe). Beide Maschinen können wohl in gleicher Weise als geeignet bezeichnet werden; die weitere Verbreitung hat der Hammerapparat gefunden. Da für die Ramme eine grössere Einschlagarbeit gewählt ist wie für den Hammerapparat, so fallen die Ergebnisse bei ersterer naturgemäss auch höher

aus und zwar werden die Festigkeiten im frühen Alter verhältnismässig stärker beeinflusst. Die Bestrebungen, bezüglich des Einschlagapparates zu einer internationalen Einigung zu gelangen, sind bisher fehlgeschlagen, und es besteht auch keine Aussicht, dass diesbezüglich eine Einigung erzielt wird.

Sofern die Prüfung nicht mit erdfeuchtem, sondern mit plastischem Mörtel erfolgt, ist die Anfertigung der Probekörper von Hand üblich. Um hierbei die individuellen Fehlerquellen auszuschalten, sollte der Mörtel zweckmässig so weich gewählt werden, dass eine mehr oder weniger sorgfältige Stampfarbeit die Ergebnisse nicht mehr wesentlich beeinflusst.

Eine andere Konstante im Prüfungsverhahren, deren internationale Vereinheitlichung auf besondere Schwierigkeiten stossen dürfte, ist der Normensand. Sieht man von den Ländern Mittel- und Nordeuropas ab, in denen der deutsche Normensand zur Einführung gelangt ist, so hat fast jedes Land der Welt seinen eigenen Normensand, dessen Kornform und chemische Zusammensetzung von dem jeweiligen Sandvorkommen bedingt wird. Auch die Vorschriften über die Korngrössengrenzen schwanken. Im allgemeinen sind diese Grenzen so eng gezogen, das man von einem „gleichkörnigen" Normensand sprechen kann. Wo gemischtkörnige Sande eingeführt sind, bestehen diese aus mehreren Fraktionen, die ihrerseits in der Korngrösse eng begrenzt sind. Der gleichkörnige Normensand hat sich für die Prüfung erdfeuchter Mörtel bewährt. Falls jedoch plastische Mörtel geprüft werden sollen, so ist die Verwendung eines gemischtkörnigen Sandes vorzuziehen. Der gleichkörnige Normensand hält das Wasser des Mörtels nicht genügend fest, sodass durch vorzeitigen Wasserverlust die Ergebnisse wesentlich beeinflusst werden. Auf diese Erscheinung sind wohl auch die Misserfolge zurückzuführen, die früher mit plastischem Mörtel gemacht worden sind. Nach Férets Erfahrungen ist die Verwendung eines gemischtkörnigen Sandes mit einem ausreichenden Anteil an feinem Korn eine der Vorbedingungen zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse bei der Prüfung plastischer Mörtel. Eigene Untersuchungen haben eine Bestätigung der Angaben Férets erbracht.

Der Wasserzusatz zum Mörtel wird in weitaus der Mehrzahl aller Prüfverfahren so bemessen, dasse erdfeuchte Mörtel entstehen; nur in wenigen Ausnahmen sind höhere Wasserzusätze vorgesehen, die einen schwach plastischen Mörtel ergeben (Vereinigte Staaten von Amerika, Frankreich und Schweiz[1]).

Die Höhe des Wasserzusatzes wird in allgemeinen nach dem Steifegrad bestimmt durch Ermittlung des Wasserbedarfs für reinen Zementbrei (Vicat-Apparat) oder nach dem Austritt des Wassers aus der Form beim Einschlagen der Probekörper mit dem Hammerapparat oder der Ramme.[2] Beide Verfahren bilden eine Quelle für die Erzielung unterschiedlicher Ergebnisse bei Ausführung der Prüfung an Ver-

[1] Nur bei Ausführung der Biegeprobe.
[2] Der Wasseraustritt soll zwischen dem 90. bis 110. Schlage erfolgen.

schiedenen Prufstellen. Der erdfeuchte Mörtel ist für die Bestimmung des Steifegrades an sich recht ungeeignet, weshalb man bereits den Wasserbedarf an reinem Zementbrei feststellt Diese Bestimmung sollte aber zweckmässiger an Mörtel ausgeführt werden, der unter Verwendung eines gemischtkörnigen Sandes und hoherer Wasserzusätze hergestellt ist. Sofern erdfeuchte Mörtel gepruft werden, stellt die Vernachlässigung des Wasserbedarfes den kleineren Fehler dar und aus diesem Grunde ist beabsichtigt, in dem deutschen Prufungsverfahren einen fur alle Zemente gleich hohen Wasserzusatz zu wählen.

Gegen den erdfeuchten Mörtel wird eingewendet, dass er im Vergleich zu der im Eisenbetonbau üblichen Steife des Betons zu trocken und die Stampfarbeit bei Anfertigung der Probekörper zu gross sei. Dieser Einwand ist nicht unberechtigt, und es sind auch in vielen Ländern Bestrebungen vorhanden, anstelle oder neben dem erdfeuchten Mortel plastischen Mörtel zu prüfen. Ich darf auf die Arbeiten des alten Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik verweisen, die vor mehr als zwei Jahrzehnten auf die Anregung von R. Féret (Boulogne-sur-mer) und nach einem von Schule (Zurich) aufgestellten Versuchsplan ausgeführt worden sind und ferner auf die Vorschläge von R. Féret und M. Ros (Zurich) gelegentlich des Internationalen Kongresses in Amsterdam (1927).

Auf die bereits vorliegenden Ergebnisse mit der Prufung plastischer Mörtel soll später in einer besonderen Abhandlung eingegangen werden.

In weiten Kreisen besteht der Wunsch nach einer internationalen Vereinheitlichung des Prufungsverfahrens. Für die Bestimmung der Raumbeständigkeit und der Abbindeverhältnisse liegt eine weitgehende Übereinstimmung der Verfahren bereits vor, nicht jedoch für die Ermittlung der Festigkeit. Vorerst mussen aber die Meinungsverschiedenheiten grundsätzlicher Art über die Proben und deren Herstellung beseitigt werden, und selbst wenn hierüber eine Einigung erfolgen sollte, so würde stets eine Variante im Prüfungsverfahren zurückbleiben, namlich der Normensand. Es wäre allerdings schon ein grosser Schritt auf dem Wege zur Aufstellung eines einheitlichen Prüfungsverfahrens getan, wenn über die Probenart und über die Vorschriften zu deren Herstellung einheitliche Bestimmungen getroffen würden.

Bisher bildeten die Sprachunterschiede ein starkes Hemmnis für den Meinungsautausch. Durch die vorliegende, in vier Sprachen erscheinende Zeitschrift wird dieses Hemmnis beseitigt und es wäre sehr zu begrüssen, wenn zu den grundsätzlichen Fragen der Zementprüfung von möglichst vielen Seiten Stellung genommen würde, zumal die Einführung der Prüfung plastischer Mörtel, für welche z.Zt. in vielen Ländern grosses Interesse besteht, eine seltene Gelegenheit zur Aufstellung eines einheitlichen Prüfungsverfahrens bildet.

Das Abbinden und Erhärten von Zementen.

Von PROFESSOR C. H. DESCH, F.R.S. (Universität Sheffield).

DIE Festigkeit eines Mörtels oder eines Betons wird durch die Reaktionen bestimmt, welche zwischen dem Zement und dem zugemischten Wasser stattfinden. Um daher von den Zementen verbesserte Eigenschaften zu erhalten, ist es notwendig die Reaktionen, welche beim Abbinde-und Erhärtungsprozess sich abspielen, zu kennen. 1856 nahm A. Winkler an, dass Zement durch Wasser hydratisiert werde unter Bildung von freiem Kalk und solchen Verbindungen des Kalkes mit Kieselsäure und Tonerde, wie sie bei nassen Reaktionen entstehen können. Es war im Jahre 1887, als Henry Le Chatelier nachwies, dass die Reaktionen tatsächlich diese Form besassen, und er identifizierte einzelne dieser Reaktionsprodukte durch sorgfältige chemische und mikroskopische Untersuchungen. Indem er diesen Prozess mit dem Abbinden von Gips verglich, folgerte er, dass die Festigkeit der Masse nach dem Abbinden auf das Durchsetzen mit Kristallbündeln zurückzuführen sei. Er führte seine Versuche derart aus, dass er Zement oder aber die einzelnen Bestandteile, welche man für die Konstituenten von Zement hielt, mit einem Ueberschuss von Wasser oder einem anderen Reagenz auf einer Glasplatte mischte und die Kristalle feststellte, welche sich im Laufe der Zeit bildeten.

Hieraus lässt sich indessen nicht folgern, dass wenn geringere Mengen Wasser zugesetzt werden, die Reaktionen den gleichen Verlauf nehmen. Als 1893 das Interesse der Chemiker an den Eigenschaften kolloider Substanzen erwacht war, äusserte W. Michaelis die Ansicht, dass das wesentliche Produkt der Einwirkung von Wasser auf Zement nicht in einer kristallinen Komponente sondern in einer kolloiden Masse von wechselnder Zusammensetzung bestehe, für die ein einfach hydriertes Kalksilikat die Grundlage bilden könnte. Wenn durch das Wasser die Aluminate zuerst gespalten werden, so kann sich ein einfacheres Aluminat von kristalliner Form bilden, wenn eine genügende Menge an Wasser zugesetzt wurde oder aber eine gelartige Masse, wenn weniger Wasser gegenwärtig ist. Die im Zement enthaltenen Silikate verhalten sich daran anschliessend in gleicher Weise.

Ein aufmerksame Beobachtung des Verhaltens von Zementen, denen Wasser zugesetzt wurde, unter dem Mikroskop bestätigt in vielem diese Auffassung. Die Zementteilchen quellen auf und bedecken sich mit einer gelartigen Schicht, in welcher späterhin kleine Kristalle erscheinen. Die Härte, welche sich ergibt, wenn der Ueberschuss an Wasser abgegeben ist, kann teilweise auf das Entstehen von eingelagerten Kristallen, wahrscheinlich aber in vermehrtem Masse auf das Trocknen der kolloiden Masse, die ein glasartiges Erzeugnis ergibt, zurückgeführt werden. Es ist richtig, dass seit diesen Versuchen der Unterschied zwischen kristallinen und kolloidalen Stoffen weniger scharf geworden ist, da die Untersuchung mit Röntgenstrahlen erweisen hat, dass viele kolloide Stoffe tatsächlich aus Kristallen von sehr kleiner Grösse zusammengesetzt sind. Es besteht indessen eine so klare Differenz zwischen sichtbaren Kristallen und Kolloiden, dass wir aus Gründen der Bequemlichkeit die Unterscheidung beibehalten können.

Die Aufspaltung der Bestandteile des Zements durch Wasser, die den Chemikern unter dem Worte Hydrolyse als Reaktion bekannt ist, kann stufenweise stattfinden. Ein Teil des Kalks wird in der Form des löslichen Hydroxyds abgespalten, wodurch ein weniger basisches Aluminat oder Silikat zurückbleibt. Durch die weitere Einwirkung des Wassers kann mehr Kalk abgespalten werden, und das Endstadium ist erst dann erreicht, wenn der Rückstand ausschliesslich aus reiner gelartiger Kieselsäure in dem einen Falle oder aus reiner gelartiger Tonerde in dem anderen Falle besteht. In dem Masse, wie das Wasser verdunstet, wird die Kalklösung konzentrierter, und ein Teil des Kalks kann sich wieder mit den sauren Rückständen verbinden. Dieses ist ein langsam verlaufender Prozess, da die Kolloide in dem Masse, wie sie Wasser verlieren, weniger reaktionsfähig werden.

Verschiedene Forscher sind zu diesen gleichen Ergebnissen gekommen, und es ist klar, dass es unmöglich ist, die beim Abbinden und Erhärten auftretenden Veränderungen durch einfache chemische Gleichungen wiederzugeben. Die Reaktionsprodukte müssen sich in ihrer Zusammensetzung je nach den Mengen reagierender Stoffe ändern so, dass das Ergebnis des Mischens eines Mörtels mit Kalkwasser beispielsweise nicht das gleiche sein würde, wie wenn die gleiche Menge reinen Wassers verwendet worden wäre, da im ersteren Falle die Hydrolyse nicht so weit vorschreiten kann. Wenn weiter ein feingemahlener puzzolanartiger Stoff zugesetzt wird, so kann der Kalk in dem Masse, wie er in Freiheit gesetzt wird, in Verbindung gehen und damit eine schneller vorangehende Reaktion begünstigen. Von

dem Gesichtspunkt der Widerstandsfähigkeit gegen Feuer und auch von dem der Widerstandsfähigkeit gegen chemische Lösungen, wie z.B. See-oder Moorwasser, ist es wunschenswert dass, so wenig wie möglich freier Kalk (Hydroxyd) im Mörtel oder Beton enthalten ist, und dass die Masse aus nicht zu basischen Silikaten und Aluminaten besteht Dieses lasst sich durch den Zusatz puzzolanartiger Stoffe oder auf andere Weise bewirken. Dieser Zusatz ist von unbezweifelbarer Wichtigkeit.

Die grössere, jetzt allgemein übliche gewordene Feinmahlung der Zemente hat es ermöglicht, dass die Reaktionen schneller und vollkommener verlaufen. Wenn ein Zementteilchen einmal mit einer gelartigen Schicht bedeckt worden ist, so muss der weitere Reaktionsverlauf mittels Diffusion durch diese Schicht vor sich gehen, ein Prozess, der verhältnismässig langsam verläuft Wenn diese Schicht zur gleichen Zeit Veranderungen erleidet wie Erhärten oder Undurchlässigwerden, so kommt die Reaktion zu einem Stillstand, während noch ein Kern von unverändertem Material, der der Reaktion nicht länger zugänglich ist, vorhanden ist. Der durch diesen Kern reprasentierte Zement ist ein Abfallstoff, da er nur die Rolle von Sand oder nicht reagierendem Material spielt.

Bei weiteren Untersuchungen dieses Gegenstandes verdient das Mass der Diffusion von Wasser oder anderen Flüssigkeiten durch diese Schichten weitere Versuche Die Konstitution des Zementklinkers ist jetzt hinreichend bekannt, während die damit in Verbindung stehenden Untersuchungen des Prozesses des Abbindens und Erhartens weniger grosse Fortschritte gemacht haben, trotzdem eine weitverzweigte Literatur zu diesem Gegenstande vorhanden ist. Der Verfasser glaubt, dass eine wissenschaftliche Peforschung dieses Teiles der physikalischen Zementchemie wahrscheinlich von Wichtigkeit für zukünftige technische Fortschritte ist

Neue Zementfabriken.

WIR zeigen einige der wichtigeren; kürzlich durch die Firma Vickers-Armstrongs Ltd. errichtete Zementfabriken in Abbildungen. Hierunter seien zwölf Oefen für die grösste Zementfabrikanten-Gruppe Englands erwähnt; ferner die vollständige Einrichtung der Holborough-Zementwerke in Snodland (England) mit einer Leistungsfähigkeit von 180000 t im Jahre; die Lieferung der Zementherstellungs-Maschinen für die Eastwoods-Zementwerke in Barrington (England) mit einer Kapazität von 120000 t jährlich; Drehofen und Mühle für die Commonwealth Portland Cement Co. in Australien; und endlich drei Drehöfen für die Synthetic Ammonia & Nitrates Ltd., die zum Konzern der Imperial Chemical Industries Ltd. gehört. Ausserdem hat die Firma verschiedene Brech-und Mahlanlagen in der ganzen Welt geliefert.

Einige der oben erwähnten Anlagen sind von besonderem Interesse weil sie mit den Vickersschen, wärmereflektierenden Drehöfen mit direkt verbundenem Kühler ausgerüstet sind. Drei Oefen dieses Typs sind an die Associated Portland Cement Manufacturers Ltd. und die British Portland Cement Manufacturers Ltd. geliefert; jeder dieser Oefen ist 99.4 m lang, und der direkt verbundene Kühler hat einen Durchmesser von 8 m. Diese Oefen gelten als die nach Rauminhalt grössten der Welt. Zwei Oefen von dieser Art sind auch der Synthetic Ammonia & Nitrates Ltd. geliefert worden.

Neuerliche der Firma Vickers-Armstrongs Ltd. erteilte Aufträge sind folgende; ein Drehofen für die Katni Zementwerke in Indien, ein Drehofen für die Japla Zementwerke in Indien, drei Drehöfen für die Firma Brunner, Mond & Co. Ltd. Ein weiterer kürzlich hereingenommener Auftrag betrifft die vollständige Einrichtung der Green Island Zementwerke in Hongkong mit einer Leistungsfähigkeit von 100000 t im Jahre. Dieser Auftrag umfasst zwei,

wärmereflektierende Drehöfen mit direkt verbundenen Kühlern, und wir glauben, dass dieses einer der grössten Aufträge ist, welcher einer englischen Firma im fernen Osten erteilt worden ist.

Die Firma Vickers-Armstrongs Ltd. hat auch für die Lafarge Tonerdezement Gesellschaft eine Mahlanlage ausgeführt und weiter den neuen Hope Zementwerken (England) der Firma G. und T. Earle Ltd. einen beweglichen Backenbrecher von 1.83 m × 1.22 m Brechweite geliefert; diese letzte Maschine gilt als die grösste je in Europa gebaute. Einzelheiten von ihr werden an anderer Stelle in diesem Hefte mitgeteilt.

Abb. 1 (siehe Seite 75) zeigt die Oefen in den Johnson Zementwerken in England; Abb. 2 (siehe Seite 76) zeigt die gleichen Oefen am Kühlerende; Abb. 3 (siehe Seite 76) zeigt den Backenbrecher von 1.83 m × 1.22 m Brechweite auf den Hope Zementwerken (England); Abb. 4 (siehe Seite 77) zeigt Oefen auf den Eastwoods Zementwerken in Barrington (England) von 64 m Länge und 2.74 m bezw. 3.20 m Durchmesser; Abb. 5 (siehe Seite 77) zeigt 18.3 m Durchmesser besitzende Mischapparate nach dem „Sonnen und Planeten"—System auf den Eastwoods Werken (England); Abb. 6 (siehe Seite 78) zeigt eine Zementmühle von 10.97 m Länge und 2.13 m Durchmesser für die Commonwealth Portland Cement Co. in Australien.

Eine neue italienische Zementfabrik.

Die Zementfabrik der „Italia" Soc. Anon. Cementi Portland Artificiale bei Genua ist ein modernes Werk, bei dem die Erfahrungen der letzten Jahre hinsichtlich der wirtschaftlichen Errichtung von Zementfabriken zur Anwendung gelangt sind.

Die „Miag"-Mühlenbau-und Industrie Gesellschaft lieferte die Pläne und Entwürfe sowie die maschinelle Ausrüstung, abgesehen von einigen Spezialmaschinen. Die Fabrik liegt am Fusse des Appeningebirges in der Nähe des Hafens von Genua.

Die Rohmaterialien bestehen hauptsächlich aus einem, 75 Prozent $CaCO_3$ enthaltenden Mergel. Er wird aus einer Entfernung von 2 km durch eine, mehrere Täler kreuzende Seilbahn zum Werk geschafft. In kleinen Mengen wird auch ein hochprozentiger Kalkstein (98%) verarbeitet. Dieser Kalkstein wird zum Werk aus etwas grösserer Entfernung transportiert. Die aus Kiesabbränden bestehenden Zusätze, durch die die Rohmehlmischung reguliert werden soll, wie auch der Gips und die Kohle werden ebenfalls dem Werk durch Eisenbahntransport angeliefert.

Mergel, Kalkstein und Kiesabbrände werden im Freien gelagert, während Kohle, Gips und Klinker in einem überdachten Raum lagern. Die Bewegung aller Materialien wird durch zwei Greiferkrane bewirkt, von denen der eine, im Freien arbeitend, um 360° drehbar ist, während der andere, in der Halle arbeitende den gewöhnlichen Typ eines Laufkrans darstellt.

Förderrinnen vom „ Torpedo "-Typ sind einmontiert. Der Transport aller kleinstuckigen Stoffe erfolgt durch pneumatische- oder Bandförderung. Alle grossen Maschinen besitzen direkten Antrieb durch einzeine Motore mit Reduktionsgetriebe. Es werden verhältnismässig wenige Gruppenmotore verwendet so, dass Transmissionen und Riemenantrieb auf enge Grenzen beschrankt sind. Sämtliche Mühlen wie auch die Rohmehl-und Schlammtanks sind so eingerichtet, dass sie sowohl für das Nass-wie für das Trockenverfahren verwendet werden können.

Die maschinelle Ausrustung besteht aus zwei Drehöfen, von denen der eine bei einem Durchmesser von 3 m 61 m lang ist, während der andere bei ebenfalls 61 m Lange einen Durchmesser von 3.25 m besitzt. Die tägliche Leistung beträgt 600 t. Wegen der Wasserknappheit wird zur Zeit nach dem Trockenverfahren gearbeitet.

Abb. 1 (siehe Seite 80) zeigt einen Generalplan des Werks; Abb. 2 (siehe Seite 81) gibt einen Schnitt durch das Werk wieder, und Abb. 3 (siehe Seite 82) zeigt eine Generalansicht.

Zerkleinerung.

Das Brechen des Rohmaterials erfolgt bereits in den Steinbruchen. Zwei „ Titan "-Brecher vom 8 SSD-Typ werden benutzt, um den Mergel zu brechen. Die beladenen Wagen werden vom Bruch nach den Behältern gefahren, und dort ausgekippt, um ihren Inhalt auf geneigte eiserne Förderbänder, welche die Brecher speisen, zu entleeren. Der gebrochene Mergel fällt in grosse Silos, aus denen er durch Schieberauslässe auf die Wagen der Drahtseilbahn abgezogen und nach der Fabrik transportiert wird, wo er in einen Behälter von 500 t Fassungsvermögen entleert wird. Ueberschussiges Material wird in Haufen durch den Greiferkran auf die Halde geschüttet und gelagert.

Das vom Kalksteinbruch kommende Material wird ähnlich gebrochen und durch eine Seilbahn befördert, die das Material in die Eisenbahnwaggons ladet. Bei der Ankunft auf dem Werk wird der Kalkstein gewogen und durch einen Greiferkran in einen zweiten Behälter von 150 t Fassungsvermögen, der sich neben dem Mergelbehälter befindet, entladen. Es wird noch ein zweiter Kalksteinbruch abgebaut, aus dem das ungebrochene Gestein nach der Fabrik geschafft wird. Das Brechen erfolgt im Werk durch einen „ Titan "-Brecher. Ein Elevator hebt das Material zu dem zweiten Behälter.

Ein dritten Behälter ist vorgesehen, um die Kiesabbrände, aufzunehmen. Überschüssige Kiesabbrände werden auf der Halde gelagert und der Behälter kann durch den Greifkran gefüllt werden. Unter jedem Behälter befindet sich eine Telleraufgabe, um die Wagen, welche das Mischverhältnis der Rohstoffe bestimmen, zu speisen. Der etwa 90 Prozent des Rohmaterials ausmachende Mergel wird für sich gewogen, während der Kalkstein und die Kiesabbrände eine zweite Waage passieren. Die Waagen kippen das Material in eine Förderrinne vom „ Torpedo "-Typ.

Trocknerei.

Während der trocknen Jahreszeit ist künstliche Trocknung nicht notwendig. und die Mischung wird direkt in die Zufuhrtanks über den Rohmühlen geschafft.

Wenn Trocknen notwendig ist, so hebt ein Becherwerk die Mischung in einen zweiten Behälter, aus welchem eine Telleraufgabe das Material einer Trockentrommel zuführt. Die Trockentrommel ist bei 2.23 m Durchmesser 18.6 lang und wird durch die Abhitze der Oefen geheizt; zusätzliche Heizung ist vorgesehen. Eine Förderrinne vom „ Torpedo "-Typ nimmt das gebrochene Material von der Trommel auf und hebt es durch eine hierzu quer verlaufende Förderrinne und durch ein Becherwerk zu den Rohmaterialbehältern über den Mühlen. Eine Förderrinne verteilt das getrocknete Material in die Behälter.

Rohmühle und Rohmehlsilos.

Regulierbare Telleraufgaben speisen das Material aus den Behältern in zwei Dreikammer-Mühlen von 2.05 m × 12.5 m. Die Mühlen sind auf zwei Lagern, die mit automatischer Zahnringölschmierung versehen sind, gelagert. Nach dem Verlassen der Mühle wird die Rohmischung zu dem Rohmehlsilo durch einen Schneckentransporteur gefördert. Ein Elevator hebt schliesslich die zum Brennen vorbereitete Mischung auf die Rohmehlbehälter, welche sich über den Drehöfen befinden. Die Mischung wird in diese durch einen Schneckentransporteur gleichmässig verteilt. Rohmehlzufuhr-Vorrichtungen regulieren das Mass der Zufuhr und des Mischens.

Drehöfen.

Die gegenwärtige Ausrüstung besteht aus zwei Drehöfen von 3.25 m × 61 m und 3 m × 61 m mit darunter angeordneten Kühltrommeln von 2.05 m × 20.7 m. Die Oefen (Abb. 4, siehe Seite 83) sind mit fünf automatisch geschmierten, wassergekühlten Laufringlagern ausgerüstet. Die Oefen besitzen Riemenantrieb durch Motore von verstellbarer Geschwindigkeit. Die Kohle wird in einer besonderen Abteilung getrocknet und gemahlen und wird in den Ofen durch ein Pressluft-Gebläse geblasen.

Einer der beiden Oefen ist mit der patentierten Stehmann-Einrichtung ausgestattet, die darin besteht, dass alle Risse, durch die Luft in den Ofen und den Kühler gelangen kann, abgedichtet sind. Dadurch dass auch die Klinkerentleerung luftdicht gemacht wird und durch Verwendung eines Hochdruckgebläses werden alle heissen Gase von dem heissen Klinker dazu verwendet, den Ofen zu heizen und der Zutritt jedweder kalten Luft wird verhindert.

Ein Abhitzekessel des Babcock-Wilcox-Typ ist für beide Oefen vorgesehen und erzeugt fast die ganze in der Fabrik benötigte Kraft. Notfalls wird ein weiterer Kessel neben dem Turbo-Generator benutzt. Die Ofenabgase des Ofens passieren eine elektrische Staubsammlungsanlage.

Trocknen und Mahlen der Kohle.

Die mit der Bahn eintreffende Kohle wird aus den Waggons durch einen Greifkran entladen und durch den gleichen Kran der Kohlenzufuhrvorrichtung zugeleitet. Die Kohlenzufuhr speist einen kleinen „ Titan "-Brecher. Die gebrochene Kohle wird durch ein Becherwerk auf das Lagersilo gehoben, von dem aus eine Telleraufgabe die Trockentrommel von 1.4 × 14 m speist. Die getrocknete Kohle fällt auf eine automatische Waage und wird durch einen

Elevator auf einen grossen Lagertank, der aus zwei Abteilungen besteht, gehoben. Zwei Telleraufgaben speisen zwei Dreikammer-Mühlen von 1.45 m × 8.2 m, die als Kohlenmuhlen verwendet werden; sie werden durch direkt gekuppelte Motore mit zwischengeschaltetem Reduktionsgetriebe getrieben. Ein Becherwerk schafft die Staubkohle in zwei Lagertanks oberhalb der Drehöfen. Es ist eine Ueberlaufschnecke zu einem Lagersilo von grösserem Fassungsvermögen vorhanden.

Klinkerlager.

Der den Ofen verlassende Klinker passiert Waagen und gelangt in eine „ Torpedo "—Förderrinne, die ihn in eine Grube abwirft. Der Greifkran nimmt den Klinker auf und verteilt ihn auf dem Lagerboden. Der gleiche Greifkran nimmt den gelagerten Klinker auf und entleert ihn in die Klinkerbehälter, von denen aus die Zementmühlen gespeist werden. Ein Gipstank befindet sich in der Nähe. Der Gips kommt per Bahn an, wird durch den Greifkran entladen und durch einen „ Titan "-Brecher gebrochen; ein Becherwerk hebt ihn auf den Tank.

Drei Klinkertanks und ein Gipstank sind jeder mit Entleerungsvorrichtungen versehen, welche die Förderrinnen speisen. Die Klinkerlagertanks uber den Zementmuhlen sin durch eine zweite Förderrinne, einen Elevator und eine weitere Förderrinne, die den Klinker in die Muhlenbehälter verteilen, miteinander verbunden.

Zementmühle.

Jede der beiden Verbundmuhlen von 2.3 m × 12.5 m ist mit zwei Telleraufgaben ausgerustet, um verschiedene Klinkerarten zu mischen oder um Material für besondere Zwecke zuzusetzen. Die Grösse der Mühlen ist ungefähr den in der Rohmahlabteilung vorhandenen Mühlen gleich; sie sind lediglich etwas grösser im Durchmesser. Der auf die übliche Feinheit gemahlene Zement wird durch eine Fuller-Kinyon-Pumpe oder durch ein Förderband und Schneckentransporteure nach dem Zementsilo geschafft.

Zementsilo, Packmaschinen und Verladung.

Das Zementlager umfasst zwei Betonsilos von 10 m Durchmesser und 20.7 m Höhe, die durch einen Schneckentransporteur mit einander verbunden sind. Sie können entweder pneumatisch durch einen „ Silator " oder durch Ketten, welche den Zement am Boden des Silos in einem Schneckentransporteur sammeln, entleert werden. Im ersten Falle ziehen automatische Packmaschinen den Zement aus den Packbehältern ab, während in dem anderen Falle elektrische „ Miag "-Packmaschinen verwendet werden. Die Beladung der Eisenbahnwaggons erfolgt teilweise von Hand und teilweise durch Förderbänder. Es sind geeignete Vorrichtungen getroffen, um Strassenfahrzeuge zu beladen. Staubsammler vom Typ der Schlauchfilter sind in ausreichender Grösse vorgesehen. Das Werk besitzt auch eine Reparaturwerkstatt, ein Laboratorium und eine Dampfturbinenanlage mit Schalttafel und Unterstationen.

Eine Neuzeitliche Argentinische Portlandzementfabrik.

IM Herbst 1928 wurde in der Umgebung des argentinischen Städtchens Olavarria, ca 150 km von Buenos Aires entfernt, die erste Hälfte einer neuen Portlandzementfabrik, der Loma-Negra S.A. Compania Industrial Argentina in Betrieb genommen. Dieses Werk, das im gegenwärtigen Ausbau täglich etwa 200 tons Zement erzeugt, ist in allen Teilen mustergültig eingerichtet und gehört zu den neuzeitlichsten und wirtschaftlichsten Portlandzementfabriken. die in den letzten Jahren entstanden sind. Bei der Durchbildung und Auswahl der maschinellen Einrichtungen war vor allem der Gedanke massgebend, mehrere Arbeitsgänge in Maschineneinheiten von hoher Leistung zusammenzufassen, und gleiche Maschinengattungen möglichst einheitlich auszuführen, um dadurch an Bedienung und Herstellungskosten zu sparen. Dies zeigt sich u.a. darin, dass die Roh-und Zementmühlen dieselbe Grösse von 2000 mm Durchmesser aufweisen und daher in ihren einzelnen Bauteilen übereinstimmen. Daraus ergibt sich nicht nur eine wesentliche Vereinfachung und Erleichterung des Betriebes, sondern auch eine äusserst vorteilhafte Verkleinerung des Ersatzteillagers. Bemerkenswert ist ferner, dass verhältnissmässig wenig Transmissionen vorhanden sind und die meisten grösseren Maschinen durch Einzelmotoren angetrieben werden. Die Fabrikationseinrichtungen sind in der Hauptsache in zwei grossen Eisenfachwerkshallen von je 200 m Länge untergebracht.

Da die vorhandenen Rohmaterialien für die Nassaufbereitung besonders geeignet sind, und genügende Wassermengen zur Verfügung stehen, wurde für die Produktion das Dickschlammverfahren gewählt. Die Rohmaterialien—Kalkstein und Ton—werden in einer mehrere Hundert Meter entfernten Grube mit Hilfe von Raupenlöffelbaggern abgebaut und in Kippwagen von 1 cbm. Inhalt durch Dampflokomotiven nach der Vorzerkleinerung gefördert. Die Förderwagen bringen Kalkstein und Ton nach der Zerkleinerungsanlage, wo über einem als Aufgabevorrichtung dienenden Stangenrost die Materialien gemeinsam einem Z-Brecher aufgegeben werden. Dieser Z-Brecher der für die normale tägliche Produktion 30 t pro Stunde liefert, entspricht in seiner grundsätzlichen Wirkungsweise den bekannten Hammermühlen, jedoch mit dem Unterschied, dass seine Leistung bedeutend höher ist. Das Material wird bis etwa 20 mm zerkleinert und dann der Mühle aufgegeben. Ein Teil des Tones wird in einer Schlämmaschine (Rührwerk) zu Schlamm verarbeitet, und durch Doppelpressoren mittels Druckluft nach einem Mischbehälter über der Rohmühle gefördert.

Jeder Doppelpressor besteht aus 2 Druckgefässen, die abwechselnd arbeiten. Durch eine selbstätige Steuerung füllt sich immer das eine mit dem zufliessenden Schlamm, während das andere, bei dem vorhergehenden Förderspiel gefüllte Gefäss durch Pressluft leergedrückt wird und seinen Inhalt in die Förderleitung abgibt. Ein besonderer Vorteil der Doppelpressoren besteht darin, dass irgendwelche Steuer-oder empfindliche mechanische Teile mit dem Schlamm nicht in Berührung kommen, und damit die Bildung von Ansätzen und Verstopfungen verhindert wird.

Im gegenwärtigen Ausbau des Werkes dient zur Vermahlung des vorzerkleinerten Rohmaterials eine Dreikammer-Solomühle von 2 m Durchmesser und 13 m Länge. Der von dem Zet-Brecher gemeinsam zerkleinerte Kalkstein und Ton wird von einem schrägen Becherwerk nach einem über der Mühle befindlichen Behälter gefördert und von da durch einen Tellerbeschickungsapparat in genau regelbarer Menge der Mühle zugeführt. Die Mischung von Kalkstein und Ton wird in einem kontinuierlichen Arbeitsgang zu Dickschlamm verarbeitet, wobei die Vermahlung stufenweise in 3 Mahlkammern nacheinander von verschiedenartigen Mahlkörpern bewirkt wird. Aus der Mühle fliesst der

feingemahlene Schlamm einem Doppelpressor zu, der ihn in 3 Schlamm-Vorrats- und Mischbehälter von je 7 m Durchmesser und 12 m Höhe drückt, wo die endgültige Durchmischung und Homogenisierung des Schlammes durch von unten eingeblasene Luft erfolgt. Diese Druckluft wird durch ein Steuerapparat „Regulex" so geregelt, daß die Luftzufuhr nach einer bestimmten Anzahl von Luftstössen von einem auf den anderen Behälter selbsttätig umgeschaltet wird, wobei nach Belieben einzelne Behälter übersprungen werden können.

Aus den Mischbehältern fliesst der Dickschlamm nach einem Doppelpressor, der ihn nach einem Behälter über dem Drehofen fördert.

Die Drehofenanlage besteht aus einem Solo-Drehofen von 68 m Länge und 2,7 bzw. 3,6 m Durchmesser, der täglich rd. 200 t Klinker erzeugt. Die charakteristische Arbeitsweise des Solo-Ofens besteht darin, dass in ihm nicht nur der aufgegebene Dickschlamm getrocknet, kalziniert und gebrannt, sondern auch der gebrannte Klinker gekühlt wird. Die erweiterte Sinterzone sichert einen sehr wirksamen und gleichmässigen Brennvorgang. Da die Kühlung des Klinkers in einer an den Ofenzylinder direkt angebauten Kühlzone erfolgt, liegt der Ofen auf sehr niedrigen Fundamenten zu ebener Erde. Bühnen und Treppen sind nicht vorhanden und infolgedessen ist die ganze Anlage leicht übersichtlich. Der Ofenkörper ist mit seinen Laufringen auf 6 Paaren von Laufrollen gelagert, die mit automatischer Schmierung und Wasserkühlung versehen sind. Die Drehung des Ofens erfolgt durch einen direkt gekuppelten Reguliermotor auf den elastischen „Pol" Antrieb, der eine gleichmässige und stossfreie Kraftübertragung gewährleistet. Durch besondere Einrichtungen ist erreicht, dass einerseits eine sehr gute Wärmeübertragung von den heissen Ofengasen auf das Rohmaterial und anderseits eine sehr schnelle, wirksame Abkühlung des Klinkers stattfindet.

Die Feuerung des Solo-Ofens erfolgt mit Öl, das durch eine verstellbare Düse mittels Druckluft in das Ofeninnere geblasen wird. Zur genauen Überwachung des Ofenbetriebes sind am Brennerstand verschiedene Mess- und Kontrollapparate wie Zugmesser, Pyrometer, Rauchgasprüfer usw. angebracht.

Der aus dem Ofen kommende Klinker fällt auf eine unter Flur quer zur Ofenachse laufende Polrinne, wird mit einem Becherwerk gehoben und nach Durchlaufen einer automatischen Wage auf 2 über der Klinkerhalle angeordnete Polrinnen abgegeben, die den Klinker je nach Bedarf an verschiedenen Stellen der Halle abwerfen können. In der Sohle der Klinkerhalle befinden sich 17 Entleerungstrichter durch die der Klinker aus der Halle auf 2 in begehbaren Kanälen unterirdisch verlegte Polorinnen abgezogen werden kann. Der unter der Klinkerhalle abgezogene Klinker gelangt von den Polrinnen nach einem senkrechten Becherwerk, das ihn in einen Vorratsbehälter über der Mahlanlage abgibt. Aus diesem wird der Klinker mit Beigabe von Gips in eine Dreikammer-Solomühle von 2 m Durchmesser und 12 m Länge aufgegeben. Nach Verlassen der Mühle wird der Zement durch eine Förderschnecke nach dem Zementspeicher gefördert, der aus 10 Betonsilos besteht. Automatische Sackpackwagen sind vorgesehen. Eine automatische Waage erlaubt ständige genaue Kontrolle der Zementzufuhr. Mehrere Förderschnecken und Becherwerke dienen zum Füllen und Mischen der Speicherzellen.

Zur Erzielung eines praktisch staubfreien Betriebes sind alle hierfür in Frage kommenden Maschinen an Entstaubungseinrichtungen angeschlossen. Das Werk besitzt eigenen Gleisanschluss, sodass die Anfuhr des Brennstoffes, Gipses und sonstigen Bedarfes und der Abtransport des Zements in einfacher und wirtschaftlicher Weise erfolgen kann. Zur Zeit sind umfangreiche Erweiterungen im Gange, wodurch die Leistung der Anlage verdoppelt werden wird. Die gesamte maschinelle Einrichtung sowie die vollständigen Baupläne wurden von der Firma G. Polysius A.G. Dessau geliefert.

Abb. 1 (siehe Seite 85) zeigt eine Gesamtansicht des Werks; Abb. 2 (siehe Seite 86) zeigt den Zet-brecher für Rohmaterial; Abb. 3 (siehe Seite 87) zeigt eine Drei-kammer Solomühle für Rohmaterialvermahlung; Abb. 4 (siehe Seite 88) zeigt einen Solo-Ofen.

CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

EL CEMENTO Y SU FABRICACIÓN.

SECCIÓN ESPAÑOLA

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" INTERNACIONAL.

Con la publicación de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" en cuatro idiomas, forma en que será publicada mensualmente en lo sucesivo, los fabricantes de cemento del mundo entero disponen de un medio para intercambiar su información, que no posee ninguna otra industria en ningún país.

Llegamos a la decisión de publicar esta revista en cuatro idiomas porque, en opinión de los propietarios de la misma, tal revista internacional es realmente necesaria para la conveniencia de la industria mundial del cemento. En muchos países se están realizando importantes trabajos de investigación; se están haciendo experimentos con nuevas ideas acerca de los procesos de fabricación; se están adoptando nuevos tipos de maquinaria y de dispositivos de economía de mano de obra. Todo país productor de cemento tiene algo que aprender de los demás países. Hasta el presente, la información sobre estos progresos se ha publicado en el idioma de las personas que han realizado las investigaciones o las mejoras, y no ha estado fácilmente al alcance de los fabricantes de los otros países que hablan un idioma distinto.

El objeto de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" es presentar las opiniones de las más prominentes personalidades del mundo acerca de cada aspecto diferente de la fabricación y ensayo de cementos, en los idiomas de las principales naciones productoras de cemento. Esta información valiosa, estará así al alcance de todo el mundo, sea cual fuere su país de origen, y además, se publicará en cuatro lenguas distintas. Puede afirmarse que la industria del cemento es realmente una industria internacional, pues, no solamente la mayoría de los países productores del cemento exportan su producto a otros países, sino que los fabricantes de maquinaria para fabricación de cemento y de aparatos de ensayo, realizan un negocio extendido por todo el mundo.

Es este número hemos logrado el privilegio de publicar artículos de un considerable número de las más importantes personalidades en el mundo del

cemento de Europa, los Estados Unidos y otros países. Esperamos que tanto las otras grandes figuras como también los ingenieros y químicos más jóvenes, enviarán para su publicación todas las ideas interesantes que deseen expresar, y todo los artículos y notas sobre nuevos adelantos que puedan ser útiles a sus colegas de todo el mundo. Estas colaboraciones serán generosamente retribuídas. De esta manera, las industrias del cemento de todo el mundo quedarán también cimentadas conjuntamente por un lazo común de buena voluntad; los que laboran en un país serán conocidos por las de los demás países; el progreso de la industria recibirá poderosa ayuda por el intercambio de ideas y experiencias, y quedará establecida la mutua buena voluntad y confianza que tanto pueden cooperar a la paz del mundo.

A Nuestros Colegas.

DURANTE el corto tiempo que lleva de vida CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, un número considerable de sus artículos han sido reproducidos sin permiso y sin indicar procedencia, en otras revistas que tratan de cementos. Algunas revistas europeas se han distinguido de un modo especial en este sentido. Aunque lo apreciamos como un reconocimiento de lo valioso del texto de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, debemos manifestar que los autores de tales artículos nos cobran sus colaboraciones, y que los honorarios de nuestros colaboradores importan una suma muy considerable, hasta el punto de que el capital de las colaboraciones ocupa el segundo lugar en importancia en el presupuesto de esta revista.

No es nuestra intención restringir la importancia de nuestra colaboración de mérito para los fabricantes o analistas de cementos. Precisamente para poner dicha información al alcance de todo el mundo, CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE se publica ahora, sin reparar en sacrificios, en cuatro idiomas. Las demás revistas pueden, desde luego, resumir o reproducir nuestros artículos, siempre que indiquen debidamente su procedencia, pero nos oponemos seriamente al saqueo de nuestros artículos de propiedad, sin manifestar que han sido tomados de nuestra revista.

Si tal forma de latrocinio continuara, nos proponemos en lo sucesivo publicar los nombres de las revistas aludidas, junto con una lista de los artículos substraídos, faltos de la indicación de procedencia, de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE. Sírvanse tomar nota de ésto aquéllas revistas que visiblemente tratan de reducir al mínimo sus gastos editoriales.

JUSTIFICACIÓN.

Lamentamos que, debido a la enorme aglomeración de material para este número, nos hemos visto obligados a reservar gran cantidad de original para el mes próximo.

Un mensaje de Henry Le Chatelier.

" A mi edad uno empieza a tener el derecho de descansar un poco. Los jóvenes ingenieros y químicos del día deben considerar deber suyo emprender trabajos de investigación y hacer conocer sus resultados por todo el mundo, como yo he hecho en mi tiempo."

CON ocasión de la publicación del primer número de la primera Revista Internacional de Cemento, tenemos especial satisfacción en poder publicar el mensaje arriba citado, lleno de estímulo, procedente de uno de los más enérgicos campeones de la ciencia aplicado a la industria que haya jamás conocido el mundo.

Henry Le Chatelier pertenece a una familia bien conocida por sus trabajos científicos, su propia carrera lo ha sido de trabajo y sacrificio, y bien merecidos son los honores que ha recibido.

En 1877, a la temprana edad de 27 años, fué elegido profesor de Industria Química en la Escuela de Minas de París, habiendo pasado ya seis años en la Escuela Politécnica, en trabajos de investigación, y servido en una comisión geológica en la Argelia Meridional.

En 1888 fué elegido Profesor del Colegio de Francia, y a continuación pasó por un período de intensa actividad. Había ya publicado un tratado sobre la calefacción industrial, y entonces encontró tiempo para escribir una tesis sobre " Carbono, sílice y silicatos." Sin embargo, su trabajo de aquella época es más notable todavia en lo que se refiere a sus brillantes inventos. La mayoría de los químicos conocen muy bien el galvanómetro " Saladin Le Chatelier," y al mismo tiempo, sus pirómetros termo-eléctricos y ópticos son indispensables para la medición de altas temperaturas.

Pero no es solamente con sus estudios pirométicos como ha ayudado Le Chatelier a la industria del cemento. Sus aparatos para determinar la estabilidad de volumen del cemento y para calcular su peso específico se usan todavía constantemente por todo el mundo, y sus teorías sobre la estructura química esencial del cemento Portland son notables por su originalidad, siendo todavia objeto de discusión entre los que laboran en la investigación del cemento.

En 1892, Le Chatelier fué recompensado con el Premio Jerôme Ponti; en 1895, con el Premio La Caze, y en 1911 obtuvo la Medalla Bessemer. El Instituto del Hierro y el Acero (Inglaterra) le eligió como miembro en 1904, y la Académie des Sciences siguió este ejemplo en 1908.

Los servicios que prestó durante la gran guerra con sus investigaciones sobre explosivos y metales fueron muy importantes, y hoy día ostenta la Banda de Comendador de la Legión de Honor.

Probablemente, el momento culminante de su carrera fué alcanzado en 1922, cuando se reconocieron sus cincuenta años de trabajo científico con la distinción que se le hizo al entregarle una placa de oro y 100,000 francos. La suma en metálico, según su expresa voluntad, fué entregada a la Académie des Sciences para fundar una beca.

Contando actualmente ochenta años, Henry Le Chatelier ha tenido que abandonar en gran parte su enérgica actividad. La generación más joven de ingenieros y químicos del cemento tiene que tomar a Le Chatelier como modelo de lo que un hombre puede hacer en beneficio de una importante industria. Debemos esperar que les sirva de estímulo el mensaje arriba citado que él les envía, y las páginas de " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " les están abiertas para poner los resultados de su trabajo de investigación a la disposición de sus colegas en todo el mundo.

R

Un mensaje de P. Malcolm Stewart.

PRESIDENTE DE "THE ENGLISH CEMENT MAKERS' FEDERATION", "THE ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD."; "THE BRITISH PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD."

CORDIALMENTE doy mi bien venida a esta primera REVISTA INTERNACIONAL DEL CEMENTO, pues creo que será el medio de propagar el interés mundial por el cemento Portland y se convertirá en piedra de toque de la creación de un ambiente de amistad en toda la industria del cemento del mundo entero, en el que podrán discutirse los múltiples problemas referentes a la fabricación o aplicaciones del cemento Portland.

Los editores de CEMENT & CEMENT MANUFACTURE han emprendido una ardua tarea al publicar una revista técnica de esta índole en cuatro idiomas, y merecen felicitaciones por su empresa. Su valor para la industria es inestimable. Ya en su primer número ha reunido las opiniones de las principales autoridades mundiales sobre asuntos de capital interés, publicados en inglés, francés, alemán y español, de forma que todos los lectores de las principales naciones productoras de cemento puedan sacar provecho de esta valiosa información, publicada en su propio idioma. La industria del cemento tiene ahora en su activo un factor no poseído por ninguna otra industria. Tiene un medio de intercambiar opiniones en distintos idiomas, y debe esperarse que los que se dedican a trabajos de investigación aprovecharán la gran oportunidad que les ofrecen las páginas de esta revista para difundir los resultados de sus trabajos entre sus colegas del mundo entero.

El porvenir de la industria del cemento Portland queda asegurado por la amplia diseminación de las materias primeras necesarias, y por la alta solvencia técnica de las personas que trabajan en la investigación y control de la fabricación. Se requiere una mayor concentración en las aplicasiones del cemento; al extenderse sus múltiples usos, crecerá la confianza en el hormigón. Esta revista, aumentando el acervo común de conocimientos, asegurará el progreso del hormigón como agente civilizador y apresurará el advenimiento de la Edad del Hormigón.

Yo creo que este primer número será aceptado, no solamente como invitación a todos para cooperar en nuestros intereses comunes, sino como mensaje de paz y buena voluntad, que los industriales del cemento deberían tener empeño en establecer, poniéndose en contacto unos con otros en las páginas de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE.

Una nota de G. F. Earle

(Director-Gerente de G. & T. Earle, Ltd.)

No hace muchos años que los fabricantes de cemento, al igual de los productores de muchos otras industrias, vigilaban celosamente para impedir que otros fabricantes supieran nada de sus fábricas, y era cosa muy extraña que se permitiese a otro productor visitar una fábrica. Afortunadamente, esos tiempos

de estrechez de miras han pasado a la historia, y en la actualidad, lo corriente es que, aun cuando los fabricantes se hagan enconada competencia en materia de ventas, presten toda la ayuda posible a sus compañeros de industria en el campo de la fabricación.

El motivo de este cambio de actitud es, sin duda, la comprensión de que cada fabricante está investido de una responsabilidad frente a frente de su industria, tomada en su conjunto Ha desaparecido la vieja costumbre de los productores que se regocijaban al enterarse de que un contrincante suyo estaba atravesando dificultades en cuanto a la calidad de su producto, tales noticias se reciben con tristeza, porque se comprende que la industria en general sufre a consecuencia de tales circunstancias

El intercambio de información industrial con los productores de otros países se ha hecho también frecuente y muy útil Hay, sin embargo, gran campo todavía para cooperación mucho mayor, y en mi opinión, esta primera Revista Internacional del Cemento contribuirá a poner a todos los fabricantes en más íntimo contacto mutuo, y aportará de esta manera beneficios al comercio mundial, al igual que a cada fabricante individual

Estoy cierto de que su nueva y difícil empresa será bien acogida por todos los fabricantes, y merecerá su pleno apoyo, si nuestra Compañía puede ayudar en alguna manera, tendrá gran satisfacción en hacerlo.

De Robert W. Lesley.

PRIMER PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN NORTEAMERICANA DEL CEMENTO PORTLAND

Si no fuera porque, a causa de la aglomeración de trabajo, tengo poco tiempo disponible antes de la salida del primer numero de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" Internacional, hubiera tenido gran satisfaccion en enviarles hoy un artículo Sin embargo, esto me es imposible

Solamente puedo, por consiguiente, enviarles mi sincera felicitación por la gran idea de la publicación de una revista internacional del cemento, y mis mejores deseos para su éxito.

En estos días de rápida mutación de pensamientos, un material de construcción plástico como lo es el cemento llena completamente su época, y tiene una bien merecida reputación internacional de resistencia y permanencia.

Situado con Saylor en las avanzadas del progreso de nuestra industria norteamericana del cemento Portland, he visto crecer la producción desde 42,000 barriles en 1880 hasta 176,000,000 barriles en 1928, y prometo a Vdes un artículo sobre esta cuestión para uno de los próximos números de la Revista

Fábrica de Swanscombe de la Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.

UNOS de los primeros hornos rotatorios instalados en las fábricas de cemento en Europa, fueron los de la fábrica de Swanscombe, de la Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd (Fabricantes Asociados del Cemento Portland, Ltd), estando en vías de montaje 16 hornos de 18 m de largo cuando la fábrica pasó a sus manos en 1900. Algún tiempo despues, se prolongaron dichos hornos hasta darles una longitud de 40 m, y fueron introduciendose nuevas modificaciones y mejoras, de vez en cuando, a medida que fué desarrollándose la técnica de su empleo En la fig 1 (véase pág. 6) se reproduce una vista general de la nueva fábrica

Con el progreso acelerado realizado en los tipos de hornos rotatorios durante los últimos años, resultó evidente que los hornos de Swanscombe, a pesar de sus muchas modificaciones y adiciones, habían dado ya de sí cuanto podían dar Se decidio, por consiguiente, darlos de baja definitivamente, y construir nuevos hornos rotatorios del ultimo modelo, y reconstruir y modernizar, al propio tiempo, toda la fábrica, para que diese una producción de 400,000 toneladas de cemento anuales, de la mejor calidad, incluso del renombrado cemento Portland " Ferrocrete " de endurecimiento rápido

En este trabajo de reconstrucción se tropezo con la dificultad de la estrechez del sitio, y con el hecho de que la fábrica debia permanecer en marcha constante Debieron realizarse grandes obras de ampliación, y la necesidad de no parar la fabricación implicó retrasos y el empleo de procedimientos provisionales, para evitar el paro de las partes más esenciales de la fábrica. El trabajo quedó, sin embargo, simplificado por la circunstancia de que no era necesaria central de fuerza, por estar suministrada la energía electrica por la central general de la " County of London Company " en Barking

Primeras materias.—Se dispone de yacimientos de marga y arcilla en amplias cantidades, que aseguran la producción arriba citada para muchísimos años.

Tratando en primer término de la arcilla, se está explotando ahora un yacimiento situado a 1,600 metros de la fábrica La arcilla se deslie en la misma cantera y se transporta, por medio de bombas, a la fábrica, en forma de pasta, que se descarga en los silos de almacenaje y mezcla Esta pasta de arcilla se introduce en los principales molinos desleidores, en la proporción debida, por medio de un gran elevador de 18 m de largo, con una cinta de caucho de 75 cms. de ancho, y provisto de dos cadenas de cangilones. El motor que acciona este elevador va controlado por un dispositivo eléctrico especial para la regulación del tiempo, de tal manera que, cuando el operador del molino desleidor oprime un botón para poner en marcha el elevador-volcador de la margo (que se detallará más adelante), al mismo tiempo pone también en marcha el elevador de arcilla, y permite que corra durante un período determinado previamente, al cabo del cual se para automáticamente, y permanece parado hasta que el operador vuelve a oprimir el botón. Naturalmente, se han tomado las disposiciones necesarias para que, cuando sea preciso, pueda agregarse arcilla, independientemente del funcionamiento del volcador de la

marga, y asímismo, puede funcionar dicho volcador, cuando convenga, sin que, al mismo tiempo, sea transportada cantidad alguna de arcilla. La fig. 2 (véase pág. 7) reproduce una pala mecánica excavando marga.

Molinos desleidores.—La marga era, en un principio, transportada hasta los molinos desleidores en vagonetas-volquetes de 3 toneladas, que corrían sobre una vía de un ancho de 91 cms., con platinas exteriores; pero se decidió su substitución por vagones del ancho de vía normal, montando la vía correspondiente, y disponiéndolo todo de manera que pudiesen verterse sin inconveniente de 10 a 12 toneladas de marga de una vez directamente en el molino desleidor, de forma que pudiesen desleirse, cuando menos, 120 toneladas de marga por hora.

Hay dos nuevos y sólidos molinos desleidores preliminares, de 9.15 m. de diámetro, que giran a 11 r.p.m., y van accionados por un motor de 250 C.V., mediante un reductor de engranajes cilíndricos, completamente cerrado, que da una reducción de velocidad de 730 a 95 r.p.m. en el eje principal. Estos molinos preliminares están provistos, cada uno, de fuertes parrillas de acero fundido, estando construídos en alto, sobre pilares, para que cuando se proceda a su limpieza, puedan extraerse los guijarros y arena por un agujero situado en el fondo del molino, directamente sobre vagones de f.c. Al motor del molino se le ha adaptado un mecanismo de movimiento lento especial, para permitir la realización satisfactoria de esta operación de limpieza. Uno de los molinos mantiene la plena producción, de modo que el otro puede estar parado para su limpieza y reparación. Debido a la índole del emplazamiento, resultaba imposible verter el contenido de los vagones de marga sin elevarlos primero, y a este objeto se instaló un elevador-volcador. Este aparato levanta los vagones a una altura de unos 7 m., y está dispuesto de manera que, por una tolva movible, se puede verter el material en cualquiera de los dos molinos.

La pasta corre, por la acción de su peso, a uno de los dos molinos intermedios, pero desde dichos molinos intermedios, una rueda de pasta la distribuye por igual en los molinos de acabado. Esta rueda de pasta tiene un diámetro de 7.20 m., y está provista de dos norias de cangilones que le permiten cubrir la plena capacidad del molino. Las dos series de molinos constan, cada una, de un molino intermedio de un diámetro de 6 m., con una velocidad de 23 r.p.m., provisto de planchas perforadas, seguido (después del elevador) de tres molinos de acabado, de un diámetro de 6 m., que marchan a razón de 25.5 r.p.m., y están provistos de planchas perforadas con agujeros más finos. Se han tomado las disposiciones necesarias para la continua extracción, elevación y separación por lavado de la arena cuarzosa fina de los molinos intermedios y de acabado, por medio de lavadores-transportadores espirales.

Cada una de las series de molinos va accionada por un motor de 400 C.V., por mediación de un reductor de engranajes cilíndricos, totalmente cerrado, que reduce la velocidad de 485 a 70 r.p.m. Cada una de dichas series posee, asímismo, su propia instalación de bombas, que consta de tres juegos de bombas de émbolo zambullidor, de 30 cms. por 38 cms., acopladas cada una, directamente, por mediación de un reductor de engranaje de tornillo sin fin, a un motor de 20 C.V., siendo la velocidad de dichas bombas 9.5 r.p.m. Estas bombas trabajan a una presíon de 4.5 a 5.5 kgs. por cm^2, e impulsan la pasta

a cuatro depósitos de corrección, de hormigon armado, agitados por aire comprimido, de un diámetro de 5 m y una profundidad de 9 m, y capaces cada uno de ellos de contener 180 m³ de pasta. Se ha instalado un sistema de inyección de aire, y cuando se trabaja de acuerdo con el proyecto primitivo, el ciclo completo de operaciones emplea 2½ horas, de modo que, sobre esta base, cada deposito permanece en periodo de mezcla precisamente algo más de media hora, durante cuyo tiempo se "insufla" en el seis veces consecutivas (durando cada "insuflacion" unos 15 segundos) Con este sistema de insuflacion, el tamaño del receptor reviste importancia, ya que queda vacio cada vez, y la presión a la que tiene lugar el "insuflado" queda regulada por la altura de pasta en el depósito

Esta disposición resulta ventajosa cuando se usan los depositos para el almacenaje, pero en Swanscombe solamente son empleados como reguladores y para asegurarse de que la pasta tiene la dosificación debida cuando entra en los mezcladores principales Por lo tanto, se ha visto que es mas conveniente "insuflar" cada depósito cuatro o cinco veces consecutivas, tan pronto como había sido llenado por el molino desleidor, a fin de asegurar la perfecta mezcla de la pasta, antes de que pase a los mezcladores de almacenado Éstos consisten en un deposito rectangular de 77 m por 20 m, provisto de agitadores mecanicos desplazables, y cuatro depositos circulares, de un diámetro de 20 m, a estos últimos se les equipo, tambien, con agitadores normales de tipo planetario, al efectuar la instalacion primitiva, pero actualmente se han dispuesto chorros agitadores de aire comprimido Esta disposición ha resultado enteramente satisfactoria

Las instalaciones de bombas para los mezcladores han sido reconstruidas, y agrupadas las bombas en dos locales separados, de este modo, uno de los grupos extrae la pasta del mezclador rectangular, y el otro la extrae de los cuatro mezcladores circulares Cada sala de bombas contiene tres bombas de pasta de tipo normal, de 30 cms, por 38 cms, que acopladas directamente, mediante un engranaje de tornillo sin fin, a sendos motores de 10 C V, introducen la pasta directamente en el extremo posterior de los hornos La fig 3 (vease pag 8) es una vista general de los molinos desleidores

Hornos rotatorios.—Los hornos rotatorios, en numero de tres, tienen una capacidad de 16 toneladas por hora cada uno Tienen una longitud de 123 m, la zona de clinkerización tiene un diametro de 3 45 m, por una longitud de 39 m, y el resto del horno un diámetro de 2 85 m Cada horno va montado sobre siete juegos de aros de apoyo y soportes de rodillos, teniendo el aro del extremo de combustion un ancho de 65 cms y los otros uno de 28 cms, todos tienen un grueso de 15 cms Los rodillos varian de diámetro desde 1 m. hasta 1.20 m

La corona dentada principal de accionamiento tiene un diámetro de 5 40 m, y engrana con un piñón de 19 dientes, al que va acoplado otro reductor de engranajes con ruedas fresadas, que proporciona una reducción de 3 3 a 1. El resto de la reducción se efectua mediante una caja de engranaje completamente cerrada, que en el extremo de mayor velocidad lleva acoplado directamente un motor de corriente alterna, velocidad variable, de 120 C.V. La relación total

de velocidad es de 1 a 777 25, habiéndose estudiado adecuadamente para imprimir al horno una velocidad de 0 28 a 0 84 r p m

La alimentación de pasta en los hornos queda regulada por un alimentador de cuchara, acoplado mediante un reductor de tornillo sin fin, completamente cerrado, a un motor de corriente continua y velocidad variable, de 5 C V

Los enfriadores son del tipo "integral", van dispuestos alrededor del extremo de combustión del horno, y estan compuestos de doce tubos por horno, tienen 6 m de longitud por 0 95 de diámetro Aproximadamente una cuarta parte de la longitud de cada enfriador, en el extremo caliente, está forrada de ladrillos, el resto esta provisto de guirnaldas de cadenas

Los tres hornos estan acoplados, a traves de ventiladores y conductos auxiliares a una chimenea de hormigon armado de 77 m de altura Los ventiladores del tiro forzado pueden evacuar 170,000 m³ de gases, cada uno, con una presión de 75 mm de columna de agua

La fig 4 (véase pag 10) reproduce los hornos, vistos desde el extremo de alimentación de la pasta, la fig 5 (vease pag 10) reproduce los mismos hornos, vistos desde el extremo de combustión

Dispositivos para la combustion del carbon. Se han instalado pulverizadores unitarios de carbon, del tipo de aros de apoyo, con clasificacadores, siendo capaz, cada uno, de moler hasta 6 toneladas de carbón por hora Debido a la fuerte aspiración que exige el sistema de clasificacion, combinado con la gran velocidad del aire, que se necesita en la tubería del mechero al emplear este tipo de horno y enfriador, el ventilador instalado para este objeto es de construccion especial Ademas del ventilador principal, que puede dar al aire una presion de 250 mm en la tubería de impulsion, tambien se ha dispuesto un ventilador para el aire comburente, que trabaja con una presion de 760 mm de columna de agua, y con esta combinacion se calcula que puede obtenerse fácilmente en el mechero una velocidad de aire de 60 m por segundo

La alimentacion desde las tolvas, de una capacidad de 90 toneladas cada una, se hace por medio de un cubimetro, al cual se ha agregado un separador magnetico de tipo de tambor, para evitar con seguridad la entrada de particulas de hierro, que fortuitamente pudiesen llegar con la pasta

El principal suministro de carbon llega en embarcaciones hasta el muelle de la fabrica, y al objeto de descargarlo, se ha instalado una grua eléctrica de 5 toneladas, capaz de descargar carbón desde los vapores, a razón de 100 toneladas por hora, en una tolva montada sobre ruedas, tolva que a su vez entrega el material a un transportador aereo de dos cables, tambien de capacidad de 100 toneladas por hora Este transportador de cable tiene 1 km de largo, y conduce el carbon, bien directamente a carboneras de acero situadas encima de los molinos, bien a un almacen de reserva situado a nivel del suelo

Para transportar el carbón desde dicho almacén de reserva hasta las tolvas de la parte alta, se ha instalado una grúa movible de 3½ toneladas, con una cuchara prensora de 1,600 kgs, que puede correr a lo largo de todo el depósito, y también por encima de las tolvas de material pulverizado La vía de rodadura de esta grúa se ha extendido también de manera que se pueda extraer el carbón directamente de los vagones del ferrocarril, y depositarlo en las tolvas Se ha

aprovechado, también, el cable aéreo, para trasladar la piedra de yeso a su almacén; y se han tomado igualmente disposiciones para verter dicha piedra de yeso directamente en el extremo de los transportadores de cinta para el clinker.

El clinker se eleva y transporta desde los enfriadores hasta las tolvas de clinker, completamente, por transportadores de cinta acanalados. Estos transportadores son dobles en toda su extensión, teniendo cada uno una anchura de 60 cms., y corren a una velocidad de unos 75 m. por minuto. En primer término, se encuentra un par de transportadores a nivel que corren por debajo de los enfriadores, vertiendo el material sobre dos pares de cintas inclinadas, en serie, que llevan dicho material a la parte superior de la tolva de clinker y lo depositan, luego de medido, en los cubímetros, sobre un par de transportadores de sacudidas, de un brazo de 35 m. cada uno, que pueden disponerse para llenar cualquier punto de las tolvas. Con esta disposición se evita enteramente tener que recurrir a elevadores para el transporte del clinker. Los depósitos de clinker, en número de dos, son de hormigón armado, y cada uno tiene una capacidad de 1,400 toneladas; las tolvas se encuentran a una altura tal que permite la conducción directa del clinker, por medio de alimentadores de mesa, a los molinos de bolas. La instalación de molturación consiste en 14 grupos de molinos de bolas y refinos tubulares, estando los molinos de bolas sostenidos por una plataforma de hormigón y acero, a una altura tal, que el material triturado puede ser conducido, por un corto transportador de tornillo, directamente a los refinos tubulares. Cada uno de los molinos de bolas y cada una de los refinos tubulares constituye una máquina separada, accionada independientemente por un motor de 250 C.V., mediante un reductor de engranaje de ruedas cilíndricas, totalmente cerrado. El engranaje reductor que forma parte del molino mismo, es también de dientes fresados, y va completamente cerrado. Todos los motores y engranajes de estos molinos están instalados en dos salas separadas, situadas debajo de los depósitos de clinker. Estas salas de motores se ventilan y refrigeran por lavadores del aire, que trabajan según el sistema " plenum." De los molinos pasa el material a unos transportadores espirales dobles, embebidos en el espesor del piso, y éstos, a su vez, entregan el producto a un grupo de cuatro elevadores, situados en el centro del edificio. Cualquiera de dichos dos elevadores puede dar abasto a la total capacidad del molino, o sean unas 100 toneladas por hora.

La ventilación de los molinos de bolas se realiza, primero, en el desván o espacio cerrado situado sobre los depósitos de clinker, a fin de dejar sedimentar la mayor cantidad posible de polvo, y después, a través del tejado, en la atmósfera. Los refinos tubulares y todos los transportadores de cemento se ventilan por la acción de dos juegos combinados de ciclón y saco filtrador. El conjunto del sistema, incluyendo tuberías, ciclón, filtro, etc., va recubierto de fieltro, y, hasta el presente, ha resultado plenamente satisfactorio.

El cemento se conserva en almacenes, que ocupan una superficie de unos 3,500 m², y pueden contener 20,000 toneladas de cemento. Los elevadores mencionados al hablar de los molinos vierten el cemento sobre transportadores de cinta, dobles, que lo trasladan directamente, a través de la parte central del almacén, y lo entregan, sucesivamente, a cuatro transportadores similares que

corren por encima del centro de los silos. El vertido del cemento de dichas cintas, en los silos, se realiza por medio de carretillas volcadoras.

Los silos, de una longitud de 20 m , están dispuestos en dos hileras paralelas, dejando un espacio de 7 40 m en medio; tienen un tornillo de fondo, situado a ras del suelo, a cada lado, precisamente en frente de las puertas de los silos. Hay una vía que corre por el centro del espacio libre, y sobre ella pueden desplazarse cuatro tractores, accionados eléctricamente, provisto cada uno de un motor de 20 C V., a fin de accionar los rascadores que ayudan a vaciar los silos por los tornillos extractores del fondo Éstos, a su vez entregan el material a una serie de transportadores de cinta inclinada y de tornillo, que van a parar a depositos-tolvas, situados sobre las maquinas envasadoras Todos estos transportadores están directamente acoplados, mediante reductores de engranaje con tornillo sin fin, a motores independientes

Tres líneas de vías corren paralelamente al almacén junto a la parte exterior de las paredes de los silos, y las instalaciones de envasado están dispuestas a cada lado de estas vías, realizándose, en un lado, el ensacado, y en el otro, el envasado en barriles y bidones

La instalación ensacadora está compuesta de cuatro máquinas de dos tubos inyectores, que reciben el material de un depósito-tolva de 50 toneladas, que hay encima, por medio de un tornillo extractor y de un elevador de circulación, asegurando, así, una alimentación regular de las máquinas El elevador de circulacion recoge también el material que se desparrama Las máquinas ensacadoras están provistas de una instalación de captación de polvo Al ser descargados por la máquina llenadora, los sacos caen sobre un transportador de cinta metálica corta, que, a su vez, los pasa a una plataforma giratoria de 5 20 m. de diámetro Esta plataforma giratoria está provista de cinco puntos de carga, y los sacos se reunen en montones de una tonelada y un tercio, sobre bragas de cuerda Las plataformas giratorias son puestas en movimiento por motores que trabajan por medio de reductores de tornillo sin fin, y los cinco puntos de carga van, de este modo, poniendose sucesivamente bajo el extremo de los transportadores, reduciendo, así, al mínimo, el trabajo de amontonar las embragadas de sacos Al seguir girando las plataformas, los montones de sacos van a parar debajo de dos grúas eléctricas elevadas, de 1,350 kgs Estas grúas estan dispuestas de manera que puedan alcanzar la mitad exterior de la plataforma giratoria, y también la vía más próxima, y los montones de sacos, suspendidos en su braga de cuerdas, son levantados en bloque de la plataforma giratoria, siendo depositados directamente sobre los vagones. Los vagones son del ancho normal de vía, con una plataforma plana especial, y tienen una capacidad de carga de 15 toneladas de cemento cada uno

En la instalación de envasado en barriles y bidones, los elementos principales son seis grupos de máquinas envasadoras mecánicas Cada par de máquinas es alimentado por una máquina pesadora de cuadrante, cuya plataforma soporta una pequeña tolva de unos 230 kgs de capacidad, provista de una válvula de compuerta en el fondo La conducción del cemento a cada grupo (compuesto de seis máquinas) se hace desde una tolva situada bajo uno de los transportadores de tornillo anteriormente mencionados, y está controlada por un par de tornillos de llegada y retorno, y cada uno de los tornillos de llegada está provisto de

tres orificios de descargo, con válvulas de compuerta, que vierten el material a las tolvas situadas sobre las máquinas pesadoras. Los barriles o bidones, después de llenos, son alzados por grúas similares a las usadas para los sacos, y depositados en vagones de plataforma, para su transporte al muelle.

La fig. 6 (véase pág. 12) reproduce un molino " Rema "; la fig. 7 (véase pág. 13), la primera mitad de una tolva de clinker; la fig. 8 (véase pág. 13), los motores de los molinos; las fig. 9 y 10 (véase págs. 14 y 16), los molinos tubulares y de bolas; la fig. 11 (véase pág. 17), una plataforma giratoria para la instalación de la ensacadora " Bates."

Muelle.—La fábrica está situada a alguna distancia del río, y el cemento cargado se transporta al muelle en trenes de unas 200 toneladas.

Se han instalado dos grúas eléctricas, de unos 1,350 kgs. de capacidad cada una, capaces de cargar a razón de 80 a 100 toneladas por hora. El calado de agua disponible cuando el nivel está más bajo es de 7 m. El antiguo muelle de carbón, que tiene 150 m. de largo, ha sido también reconstruído y ahondado, y como ya se ha dicho, se ha instalado una grúa eléctrica de pórtico, de 5 toneladas, para transportar el carbón y la piedra de yeso hasta el cable aéreo.

Instalación eléctrica.—Toda la energía consumida en la fábrica se adquiere del exterior. Los suministros adicionales que se necesitaron al hacer la reorganización, exigieron la ampliación de la sub-central, a fin de suministrar la potencia total de 5,000 K.W., requerida actualmente. La transmisión de la energía por la Compañía suministradora se efectúa a 33,000 volts, y la reducción a 3,000 volts, forma en que se recibe la corriente; se realiza por medio de transformadores situados en la sub-central, instalada por la Compañía suministradora en la misma fábrica.

La instalación propia de la fábrica empieza en el interruptor de 3 K.V. por el que pasa todo el suministro de energía de la fábrica. El cuadro es de ocho paneles, construído con elementos aislados al aire. Este cuadro está alojado en una sala de aparatos, contigua a los interruptores de 3 K.V. de la Compañía suministradora, y va dispuesto de forma tal, que las barras de ambos equipos están alineadas, de modo que, mediante esta disposición, dichas barras son continuas para ambos cuadros, aun cuando cada uno de ellos se encuentre en un local separado. Los paneles de alimentación de la sub-central controlan siete " feeders " radiales, conectadas entre si de tal manera, que resulten las seis sub-centrales locales alimentadas a 3,000 volts per dos líneas diferentes.

La potencia de los motores varía entre 400 C.V. y ½ C.V., y a excepción del convertidor de 120/40 C.V., de corriente alterna de velocidad variable, y a 500 volts, que alimenta los motores del horno, para todos los motores de 100 C.V. a más se emplea directamente corriente de 3,000 volts, y para los motores de fuerza inferior a dicha cifra se emplea corriente de 500 volts (obtenida por medio de transformadores de 3,000/500). El alumbrado se suministra por corriente trifásica a 110 volts, que se obtiene por medio de convertidores situados en cada sub-central.

Cada una de las sub-centrales está equipada con los interruptores y transformadores necesarios para atender al suministro de energía y luz para la sección correspondiente de la fábrica. Esta disposición permite el aislamiento del suministro en cualquier sección, sin afectar a las otras, y facilita la comprobación del consumo y coste de la energía en cada uno de los distintos procesos de fabricación. Las sub-centrales son todas semejantes, y su equipo es idéntico en todas ellas. La mayor de dichas sub-centrales es la de la sección de molturación y envasado, que está provista de un cuardo de 3,000 volts, un cuadro de 500 volts y los transformadores necesarios. El espacio disponible para el emplazamiento de esta sub-central, como para todas las demás, era limitado, y los transformadores fueron montados en el techo de la sub-central, que es un edificio de hormigón armado, construído sobre el local de los molinos.

Todos los motores son del tipo cerrado y protegido; los motores grandes, no menores de 100 C.V., son máquinas de 3,000 volts, de anillos rozantes y tipo normal, controlados por armarios de maniobra y aparatos de puesta en marcha, de resistencia líquida, ampliamente graduados. Los motores de menos de 100 C.V. son motores protegidos por escudo, con cojinetes de rodillos o de bolas de cierre especial, con todas las aberturas de ventilación en sentido vertical, equipados con ventiladores que hacen circular aire refrigerante a gran velocidad a través de los bobinados y de sus núcleos; el efecto del sistema cerrado y ventilado es el de evitar el depósito de polvo en los motores que trabajan en ambientes cargados de polvo de cemento. Los motores de menos de 100 C.V. y más de 30 C.V. son del tipo de anillos rozantes, controlados por reostatos de stator, sumergidos en aceite, montados sobre el suelo, con aparatos de puesta en marcha independientes, sumergidos en aceite, ampliamente calculados, estando el reostato de aceite y el aparato de puesta en marcha englobados en un solo aparato. 70% de los motores de 500 volts son de menos de 30 C.V., y son máquinas del tipo de caja de ardilla, de alto par de arranque, controladas por aparatos de puesta en marcha sumergidos en aceite, tanto del tipo de caja de ardilla como de conexión directa. Los motores de caja de ardilla de alto par de arranque se limitaron en 30 C.V., a causa de que la intensa corriente de arranque, implicada por las potencias superiores a esta cifra, alteraría el voltaje de la linea, y aumentaría el coste de los aparatos de control por encima de toda cifra económica.

Todos los motores y aparatos reguladores son de construcción sencilla y sólida, estando proyectados para un servicio continuo. El tipo y tamaño de los aparatos reguladores y las potencias y velocidades de los motores han sido unificados todo lo possible, y todos los equipos iguales son intercambiables, tanto mecánica como eléctricamente, dando por resultado la reducción al mínimo del número de recambios y piezas de repuesto necesarios.

La distribución final a cada motor de 500 volts se hace por separado, sobre un cuadro distribuidor provisto de válvulas fusibles, de una capacidad de interrupción de 50,000 KVA, que dan la interrupción instantánea de una línea en corto circuito. Los fusibles protegen completamente los aparatos de control de precio moderado, para los circuitos de gran potencia, y otros fusibles

independientes permiten, en forma eficaz, el pronto aislamiento del circuito de cada motor, para su inspección o reparación.

Los hornos rotatorios han sido construídos por la casa F. L. Smidth & Co, Ltd.; los cables, por W. T Henley's Telegraph Works, Ltd.; la instalación de molturación del carbón, por la British Rema Manufacturing Co., Ltd, el cable aéreo, por la British Ropeway Engineering Co., Ltd.; el pontón de arcilla, por Priestman Bros, Ltd, el elevador volcador de vagones, por la Mitchell Conveyor and Transporter Co, Ltd; las grúas eléctricas, por Stothert & Pitt, Ltd, las válvulas reguladoras, por G Polysius, A.G.; los ventiladores, por la Sturtevant Engineering Co, Ltd.; las máquinas pesadoras, por W & T Avery, Ltd; las locomotoras, por Hawthorn, Leslie & Co., Ltd.; el equipo eléctrico, por la Metropolitan-Vickers Electrical Co, Ltd., y la English Electric Co, Ltd; los interruptores y desconectadores, por A Reyrolle & Co, Ltd, el enfriador de cemento, por Vickers-Armstrongs, Ltd; los reductores de engranaje, por H Wallwork & Co, Ltd, y la Power Plant Co., Ltd.; los transportadores de cinta, por Fraser & Chalmers, Ltd; siendo, finalmente, las máquinas pesadoras, de la casa "Bates"

NOTA DEL EDITOR.

EL Editor de "Cement and Cement Manufacture" Internacional invita a los lectores de esta Revista a enviar artículos para su publicación. El original puede estar en español, inglés, francés o alemán, y será traducido a los otros tres idiomas por traductores especialistas

Se admiten artículos sobre toda clase de ideas o progresos nuevos de fabricación, química o ensayo de cementos, o de asuntos relacionados con el cemento de interés general para su industria. También se desean descripciones y grabados de nuevas fábricas de cemento en todas partes del mundo Todas las colaboraciones serán bien retribuídas

Se invita también a los constructores de maquinaria para la fabricación del cemento a que envíen datos y grabados referentes a las nuevas fábricas instaladas por ellos, y a las nuevas instalaciones de sus propias fabricas.

Todos estos artículos deben dirigirse a: The Editor, "Cement and Cement Manufacture," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, Inglaterra, por correo certificado

Algunas propiedades físicas de los cementos hidratados.

por R. E. STRADLING, M.C., D.Sc., Ph.D., M Inst.C.E

(DIRECTOR DE "BUILDING RESEARCH"—INGLATERRA) (INVESTIGACIÓN SOBRE CONSTRUCCIONES)

COMO queda mencionado en distintas memorias publicadas por la Estación de Investigación sobre Construcciones (Inglaterra), desde hace algun tiempo se está realizando un trabajo con el fin de explicar algunos de los fenómenos relacionados con los materiales "geloides" usados en la práctica de la construcción. Uno de los más importantes de este grupo de materiales es el cemento Portland, y tal vez será interesante tratar ahora de dar una breve idea de la orientación que, en opinion del autor, señala el trabajo de la Estación, especialmente por lo que respecta a las obras de cemento y hormigón.

En la Memoria[1] del Consejo de Investigacion sobre Construcciones correspondiente al periodo que terminó el 31 de Diciembre de 1926, se proponia una clasificación de materiales de construccion, insistiendo especialmente en la necesidad de más información sobre el grupo de materiales denominados "casi solidos o gels". El trabajo de los dos ultimos años ha hecho resaltar cuan urgente es esta necesidad, y cuán poco es lo que realmente se conoce sobre este particular. Las principales propiedades mecanicas de un material geloide, que lo distinguen de un agregado cristalino, son que el volumen cambia cuando cambia el contenido de humedad, y que este cambio de humedad va acompañado de un cambio en la resistencia y de una alteración en el valor de la relación esfuerzo a tension. El termino "gel" se ha empleado a causa de que los materiales de construcción acusan ese modo de conducirse, sin intención alguna de especifica una estructura capilar determinada. Los cambios de volumen son, indudablemente, la causa del agrietado y disgregación de las probetas de hormigón y cemento, y sin embargo, no se conoce bastante acerca de ellos para poder precaverse contra su acción en la práctica.

Trabajos recientes publicados en los Estados Unidos de América y en Alemania prueban que el problema de la estructura geloide se aprecia cada vez más. En tales países, el trabajo se refiere, principalmente, a los movimientos que tienen lugar cuando los cementos fraguados se humedecen y secan. Los movimientos mencionados son todos del mismo orden que los obtenidos en la Estación de Investigación sobre Construcciones. Durante el último año, varias secciones de la Estación estuvieron trabajando sobre las propiedades de estos materiales geloides, haciendo referencia especial a los cementos del tipo Portland. Al revisar su trabajo, parece posible ofrecer una tentativa de explicación de algunos de los fenómenos asociados con los procesos de fraguado y endurecimiento. Esta explicación presenta más bien el carácter de una hipótesis de trabajo que el de una prueba demostrada; pero, aun corriendo el

[1] Pags 1-12, 43-48

riesgo de hacer un trabajo prematuro, parece valer la pena el tratar de apreciar la importancia del caudal de datos recogidos en la Estación.

En la fig. 1 (véase pág. 20) se representan unas curvas que indican la expansión que con el tiempo tiene lugar al sumergir en agua muestras desecadas previamente de distintos materiales de construcción. Los diferentes materiales se dilatan en proporciones diferentes, y el cambio de volumen final parece depender de dos factores, siendo ambos de gran importancia práctica. Estos factores son: primero, la cantidad de material susceptible de entumecimiento que contiene; y segundo, la facilidad de penetración del agua.

Compárese, por ejemplo, el caso del cemento puro y del hormigón de clinker Debe haber mucho más material geloide en estado latente en la pasta pura de cemento que en el hormigón, y sin embargo, el cambio de volumen de este último es mucho mayor que el de la primera substancia. El clinker en cuestión es de volumen completamente estable, y si está solo no es de los que acusen gran expansión por causa de la humedad. La explicación de la anomalía aparente es que el hormigón de clinker es muy permeable, de modo que el agua puede llegar más fácilmente al cemento.

Esto queda más claramente indicado en las figs. 3 a 8 (véase págs. 22-23) que muestran las variaciones de volumen de varias muestras de cemento de distinto espesor, al ser conservados al aire y en agua. Las figs. 3, 4 y 5 (véase pág. 22) se refieren a la expansión de muestras de pasta pura de cemento de distinto espesor, conservadas en agua. La fig. 3 se refiere a un cemento Portland normal. La fig. 4 se refiere a un cemento de endurecimiento rápido. La fig. 5 se refiere a un cemento aluminoso.

Las figs. 6, 7 y 8 (véase pág. 23) se refieren a la contracción de pasta pura de cemento de distinto espesor, conservadas al aire. La fig. 6 se refiere a un cemento Portland normal. La fig. 7 se refiere a un cemento de endurecimiento rápido. La fig. 8 se refiere a un cemento aluminoso. Se advertirá que en cada caso, cuanto más delgada es la muestra, mayor es el movimiento, bien sea que el agua pugne por salir a la superficie, como sucede en la conservación al aire, bien por entrar, como sucede en la conservación en agua. La naturaleza semi-impermeable del cemento hidratado ofrece considerable resistencia. El cambio de volumen efectivo, medido en las muestras, es realmente la suma de los efectos del cambio de volumen ocasionado por la humedad en la película exterior, y de la tensión del núcleo. De esta forma, si se trata de agua que entra, la película externa se dilata, y es retenida por el núcleo interior (más seco); y cuando la muestra se está secando, la película exterior se contrae, y vuelve otra vez a ser contrarrestada por el núcleo interno (más húmedo).

Es evidente que si el material geloide puede ser alcanzado por el agua, cuanto más rica en cemento sea la muestra, mayor será la variación de volumen experimentada. Pero en la práctica, aun cuando la cantidad de cemento existente tenga finalmente alguna influencia cuando las muestras se conservan por largos plazos al aire o en agua, sin embargo, la permeabilidad es un factor; tan preponderante que los movimientos de las masas de hormigón usadas en la

práctica suelen depender más de esta circunstancia que de la dosis de cemento, por lo que se refiere a los cambios normales de humedad diarios.

Las variaciones de volumen reproducidas en la fig. 1 son, como ya se ha dicho, las realizadas humedeciendo muestras previamente desecadas. Pero los movimientos que tienen lugar durante el fraguado y endurecimiento, acostumbran a revistir mayor gravedad. En la fig. 2 (véase pág. 21) se reproduce una microfotografía de una superficie pulimentada de cemento fraguado (con aumento de 90 diámetros). Se ven claramente dos elementos componentes principales, indicados por las partículas blancas que se destacan sobre fondo más oscuro. Estas partículas blancas son de clinker de cemento sin hidratar, que al ser alcanzadas por el agua se hidratarán y dilatarán. Cuando se agrega agua al polvo del cemento al efectuar el amasado, se hidratan las superficies de las partículas, formando un revestimiento bastante impermeable, aunque no lo es do un modo absoluto. De esta forma, el centro de la partícula podrá quedar sin hidratar aun después de muchos años de estar sumergido en el agua. El por qué de este fenómeno puede ser sólo conjeturado en el momento presente, pues en los primeros tiempos siguientes al amasado no hay duda de que el agua puede penetrar, y penetra realmente, con bastante facilidad dentro de la cubierta hidratada de una partícula.

Antes de proseguir esta discusión, es preciso ahora hacer alguna aclaración relativa a la cuestión de la "sinéresis." Cuando se forma un "gel" de sílice por la mezcla de ciertas dosis de ácido clorhídrico y silicato de sodio, el "gel" resultante contiene, aproximadamente, un 5% de sílice y un 95% de agua (y sal común). Es una masa relativamente rígida, y si se la deja en reposo, se forman gotas de líquido sobre la superficie, y pronto se desprende el gel de las paredes del recipiente. Esta sinéresis tiene lugar aun dentro del agua. El líquido "sinerizado" es prácticamente agua (con sal disuelta). Todavía no resulta claro cómo puede aplicarse directamente el trabajo experimental realizado sobre la sinéresis de los gels de sílice al caso de los gels de cemento, pero parece natural suponer que la sinéresis es una propiedad general de los gels rígidos, y que, por lo tanto, no debiera ser perdida de vista. Si bien los esfuerzos realizados en la Estación de Investigación sobre Construcciones para medir la sinéresis de los cementos, no han dado más que resultados negativos, ésto no debería sorprendernos, Recordando que la sinéresis de un gel de sílice consiste en la expulsión del exceso de agua hasta llegar a la cantidad "absorbida" (1) en las condiciones de humedad de una saturación externa completa, debe tenerse presente que el agua de amasdo agregada a un cemento es una cantidad muy arbitraria, y probablemente no es suficiente para dar una hidratación completa de todo el cemento, aunque ésta fuera físicamente posible. Solamente se hidratan las superficies de las partículas de cemento, ésto es, aproximadamente un 30% a 40% del cemento presente, de modo que el agua se encuentra tal vez en la estructura del gel, poco

[1] Véase "Effects of Moisture Changes on Building Materials" (Efectes de los cambios de humedad en los materiales de construcción), por R. E. Stradling (B. R. Bulletin No. 8) si se desea hallar una breve discusión de esta terminología y otras similares usadas en el presente artículo.

después del amasado, en una cantidad superior a la de equilibrio, con una humedad exterior correspondiente a la saturación completa. En los primeros tiempos, el agua puede penetrar muy lentamente esta película hidratada, pero esta penetración parece pronto volverse más lenta, probablemente a causa de ir cerrándose los canales por los cuales tiene que pasar el agua. Pero esta penetración y la consiguiente nueva hidratación bastan probablemente para incorporarse la cantidad de agua que en los primeros momentos se hubiera sinerizado, resultando que no aparece nada de agua sobre la superficie de las probetas.

Volviendo a nuestro tema, y suponiendo que la sinerésis es una propiedad general de estos geles rígidos, resulta claro que, aunque las muestras de cementos hidratados se sumergieran en agua inmediatamente después del amasado, debería tener lugar una contracción, motivada por la estructura geloide existente. No obstante, con los cementos Portland normales, se obtiene experimentalmente el resultado opuesto. Esto podría inducir a suponer que, o bien la sinéresis no tiene lugar, y que los geles de cemento, aun en su formación, contienen menor cantidad de agua de la necesaria para el equilibrio con la saturación externa, o bien, al contrario, la cubierta de cemento hidratado es permeable al agua en sus primeras épocas, y gracias a ello tiene lugar una nueva hidratación que produce la expansión observada cuando se conservan en agua probetas de cemento Portland recién preparadas.

Otros fenómenos, que se examinarán más adelante, parecen todos indicar que puede tener lugar esa nueva hidratación. Es razonable, por lo tanto, suponer provisionalmente que la segunda de las dos hipótesis es la verdadera, o sea que el cemento hidratado no debiera ser considerado distinto de los demás geles rígidos, y que la expansión observada es debida a la nueva hidratación producida por el paso del agua a través de la envoltura.

Sin embargo, los trabajos de experimentación prueban que esta nueva hidratación causada por la conservación en agua no tiene gran transcendencia. La fig. 3 representa todo esto a base de los trabajos realizados en la Estación de Investigación sobre Construcciones. Las muestras de Cemento Portland normal (en pasta pura) sobre las que se realizaron las mediciones no se dejaron llegar a secar desde el momento de su amasado. Consistían en barras triangulares de unos 5 × 10 cms. en las que a cada extremo se insertaban pequeñas bolas de metal. Las mediciones se realizaron entre ambas bolas por medio de un micrómetro. Las barras formaban tres series cada una de las cuales era de un espesor determinado. En cambio, su longitud y anchura eran iguales para todas (10 × 5 cms.). La inserción de las bolas se realizó de manera que en todos los casos la longitud calibrada sobre la que se realizaban las mediciones era de 75 mms.

El espesor de las tres series era de 3 mms., 12 mms., y 50 mms. Según se ve, los primeros cambios de volumen fueron rápidos, y mucho mayores en las probetas más delgadas que en las más gruesas. Después de algún tiempo, las curvas parecieron hacerse casi paralelas, y aun cuando todas están aumentando de longitud, el régimen de aumento parece ser lento e independiente del espesor.

Pareceque en las primeras épocas tanto la acción química de la primera hidratación como le endurecimiento del material vayan aumentando; el material no se ha endurecido formando una masa, y el agua puede penetrar. Más adelante, sin embargo, estos tres efectos parecen suspenderse o retardarse. Probablemente, los dos primeros cesan, y la penetración de agua se hace muy lenta. Pero alguna cantidad de agua debe penetrar, pues de otra forma no tendría lugar ninguna nueva hidratación y sería difícil de explicar el aumento progresivo de longitud.

Más adelante se indicarán algunas de las consecuencias de estos cambios de volumen producidos por hidratación; pero desde luego, deben mencionarse los experimentos de A. H. White en los Estados Unidos de América. White ha efectuado mediciones de la dilatación de barras de cemento en períodos de unos 19 años, y ha hallado que, al conservar en agua durante dos años una barra que previamente se ha dejado secar, tuvo lugar una expansión lineal de aproximadamente 0.5%. Al cabo de los 19 años, todavía continuabanteniendo lugar la expansión y contracción con el humedecimiento y desecación alternados, y de esta manera adquiere algún fundamento la hipótesis de que estos efectos de la humedad deben también tener influencia sobre la vida de una construcción en la práctica.

Cementos de endurecimiento rápido.

Desde el punto de vista físico, los cementos de endurecimiento rápido, sean del tipo Portland o de la variedad aluminosa, pueden considerarse como tipos en que, como lo indica el término, los procesos de fraguado y endurecimiento se realicen en períodos muy cortos comparados con los del cemento Portland.

En las figs. 4 y 5 (véase pág. 22) se ven las curvas obtenidas con muestras de cementos Portland de endurecimiento rápido y aluminoso, de forma y tamaño similares a los del cemento portland empleado en la obtención de la fig. 3 (véase pág. 22). En general, ocurren los mismos fenómenos, siendo la única discrepancia de importancia la que se observa en la muestra de cemento aluminoso de 5 cms. (Fig. 5, véase pág. 22). En este caso, aun con la conservación en agua, tiene lugar en primer término una contracción seguida de una expansión similar a la de los otros cementos. Esta contracción es típica en las probetas grandes de cemento aluminoso. Se supone que ésto es debido a la sinéresis del gel formado durante los procesos químicos, y que se registra en estas probetas mayores porque los procesos químicos son mucho más rápidos en ellos, y porque el material fragua, y se vuelve relativamente impermeable al poco tiempo. El mismo fenómeno tiene lugar con los hormigones.

La conservación al aire de las muestras de cemento presenta un cuadro de condiciones bastante diferente. El factor principal es la desecación. En las fig. 6, 7 y 8 se ven curvas obtenidas de muestras de tamaños similares a los usados para las curvas precedentes.

En todos los casos tiene lugar una contracción, y cuanto más delgadas son las muestras mayor es el cambio de volumen total, aun cuando al cabo de algún tiempo los cambios de volumen se hagan constantes y las curvas quedan paralelas, difiriendo únicamente en la inclinación al variar el grado de humedad de la atmósfera de conservación. Si bien toda hidratación queda aparentemente

suspendida, parece probable que, con tal que el aire ambiente contenga cantidades apreciables de humedad, podrían tener lugar, aunque fuese en pequeña escala, nuevas hidrataciones, cada vez que se presentara algún desequilibrio mecánico capaz de poner al descubierto partículas no hidratadas de clinker. El que tal hidratación pueda tener lugar después de una ruptura del equilibrio molecular, se demuestra por el fenómeno de la " curación autógena," término aplicado a la recuperación de resistencias del hormigón después de haber sufrido una disgregación parcial.

Morteros y hormigones.

La mayor parte del hormigón usado en la construcción debe forzosamente fraguar y endurecerse al aire. Es bien sabido que, si se usa pasta pura de cemento, se agrieta mucho, y que este agrietamiento se reduce considerablemente cuando se agrega a la mezcla una materia de relleno inerte, tal como arena, grava o cualquiera otro material parecido. Naturalmente, la reducción del agrietamiento no es la razón principal del empleo del hormigón en lugar de la pasta pura; la cuestión del coste tiene, desde luego, gran importancia. Pero queda el hecho de que la pasta pura de cemento en grandes superficies no serviría (en las condiciones normales del uso práctico) como material de construcción, a causa de la contracción que experimenta al secarse.

En qué consiste, ahora, que la adición de material inerte disminuya el agrietamiento? En primer lugar, se supone que se realizan concentraciones del esfuerzo debido a la contracción del cemento, al rededor de las partículas inertes; éstas producen un relleno y después la relajación de las tensiones. En segundo término, si la relajación no tuviera lugar por este medio, se producirían diminutas grietas en la cubierta del cemento y sobre las partículas inertes, que permitirían se efectuase entonces la relajación de tensiones. Si no tiene lugar ninguno de ambos fenómenos, o si por razón de las particularidades de forma de la masa del hormigón se hace posible un modo más fácil de relajación por un agrietamiento mayor, entonces ni siquiera la presencia del agregado inerte podrá impedir la formación de grietas de importancia en la pasta pura de cemento.

Las mediciones realizadas en la Estación de Investigación sobre construcciones acerca de las condiciones de relleno del cemento y del hormigón bajo carga han demostrado que cuanto mayor es el esfuerzo impuesto mayor es el grado de relleno, y que cuanto más vieja es la muestra menor es el relleno. El agrietado microscópico también tendrá probablemente mayor acción cuando la resistencia sea menor, esto es, también en los primeros tiempos. El agrietado microscópico parece tener una importancia máxima con relación a la conservación cuando se requiere un hormigón impermeable, y ésto se nota aún más cuando, en este sentido, se comparan los cementos normales y los de endurecimiento rápido.

Será útil citar un ejemplo, tal vez exagerado, de dicho efecto. Tomando piedra pómez pulverizada como relleno inerte y gel de sílice como cemento, pueden prepararse muestras que se contraen mucho más que un cemento normal. Para obtener una representación visible se preparan unos cubos se distintas

mezclas de gel de sílice y piedra pómez en polvo. Los marcados con 100% en la fig. 9 se formaron rellenando completamente el molde con el polvo de piedra pomez y vertiendo encima gel de sílice formado mezclando vidrio soluble con ácido clorhídrico. El marcado con 75% se produjo llenando el molde hasta sus tres cuartas partes de polvo de piedra pómez y agregando el aglomerante geloide, y agitando el molde mientras el cemento fraguaba. De la misma manera, los cubos de 50% y de 25% se elaboraron llenando el molde hasta la mitad y hasta la cuarta parte, respectivamente, con polvo de piedra pómez, añadiendo entonces el gel y agitando el molde continuamente hasta terminar el fraguado. El gel puro se formó moldeando un cubo de sílice sola. Las fotografías de la fig. 9 (véase pág. 27) muestran el aspecto de los cubos al final de los diversos períodos se secado. El material aglomerante contenía aproximadamente un 95% de agua, de modo que la contracción en el secado fué suficiente para producir la disgregación del cemento alrededor de la piedra pómez.

Examínese primero la serie de fotografías de los cubos de 100% de piedra pómez. Se verá que el tamaño de los cubos al cabo de 27 días no había cambiado de moto apreciable; más bien había tenido lugar una pequeña expansión. El material aglomerante (gel de sílice) se había disregado completamente alrededor de las partículas, que estaban muy sueltas, y si el cubo hubiera sido manipulado en equel momenta, de no hacerlo con el mayor cuidado se hubiera desmoronado en un montón de polvo parecido al de piedra pómez con que en un principio se había rellenado el molde. Examínese ahora la serie rotulada "gel de sílice." Esta era de aglomerante puro; se verá que el cubo ha disminuído gradualmente de tamaño y que en último término se han producido grandes grietas, desprendiéndose pedazos. Los cubos de composición intermedia se han comportado en una forma intermedia entre las de los dos casos comentados.

En la fig. 10 (véase pág. 29) se ven fotografías de las caras de algunos de estos cubos en distintas épocas. La aparente nebulosidad de las fotografías de los cubos recientes se debe a estar los granos de pómez recubiertos por gel de sílice.

Un examen de estas fotografías permite hacer las deducciones siguientes:

(1) Cuanto mayor es la dosis de cemento, mayores son las grietas producidas por la contracción.

(2) Cuando mayor es la dosis de cemento, mayor es la contracción total.

(3) En las mezclas más ricas, la disgregación tiene lugar formándose primero grandes grietas y luego otras más pequeñas alrededor de las partículas existentes de agregado.

(4) En las mezclas más pobres (100% de piedra pómez), como el agregado no puede contraerse más, la disgregación tiene lugar alrededor de las partículas individuales de piedra pómez.

En la práctica, los movimientos de contracción de un cemento no son, naturalmente, del mismo orden que los del gel de sílice. Pero los casos son análogos, y se discute que, si no se realiza ésto, no se entenderán las razones del modo de conducirse del mortero y hormigón. En otras palabras, es necesario mantener en la mente la imagen de un cemento que se contrae alrededor de partículas inertes redondas, si no deben quedar en la obscuridad las causas de las anomalías del ensayo del cemento y del hormigón.

Para terminar, puede insistirse en que una masa de hormigón o mortero sufre ordinariamente numerosas tensiones internas a causa de la contracción desigual de las distintas porciones de la masa, además de los esfuerzos introducidos por la contracción inicial. Aparte de ésto, deben tener lugar tensiones muy grandes cuando se produce una nueva hidratación (por ejemplo, por la conservación en agua, de partículas previamente deshidratas. Tales tensiones deben producir la disgregación o ser relajadas por relleno. La disgregación no es tan fuerte en el caso de inmersión total, ya que la hidratación tiende automáticamente a soldar las fracturas.

Hasta tanto que no se entienda mejor el mecanismo de estas relaciones de humedad, el control de disgregación y fenómenos similares no será posible en la práctica. Así como el estudio del tratamiento térmico de los metales ha abierto nuevos campos en la ingeniería mecánica, de la misma manera la investigación del fenómeno paralelo del "tratamiento por la humedad" del cemento y de los materiales derivados del mismo deberá permitir la obtención de nuevos éxitos en la ingeniería de la construcción.

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

INTERNACIONAL

(El cemento y su fabricación).

Tarifas de subscripción.

A CAUSA del considerable aumento en el coste de la publicación de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" en su nueva forma, ha sido necessario aumentar su precio a 2 chelines el ejemplar. La tarifa de subscripción anual (incluyendo gastos de correo a cualquier punto del mundo) es de 24 chelines. Los actuales subscriptores que figuran en nuestra lista de subscripciones pagadas por adelantado continuarán recibiendo los ejemplares a la tarifa antigua hasta la expiración de su actual subscripción.

Las subscripciones anuales deben enviarse a "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, London, S.W.1, Inglaterra, y a su recibo se enviará regularmente un ejemplar cada mes por toda la duración de la subscripción.

Propriedades esenciales del cemento no garantizadas todavía por el fabricante.

por el PROFESSOR OTTO GRAF, de Stuttgart.

El ensayo de materiales para las pruebas tipo debiera realizarse de manera que los resultados de dichos ensayos pudieran aplicarse a la práctica efectiva. Tratándose del cemento, sin embargo, no puede decirse que se satisfaga completamente esta prescripción tan recomendable.

Las resistencias del cemento a la compresión y a la tracción, por ejemplo, se determinan usualmente sobre probetas formadas únicamente de cemento y arena, que no suelen ser aplicables a la práctica. Es cierto que los resultados de ensayos sobre morteros dan una idea aproximada de la resistencia del cemento empleado para producir hormigon, pero el ensayador puede equivocarse a menudo al deducir las conclusiones sacadas de tales ensayos. Se están realizando experimentos en distintos países para combinar un sistema más perfecto de efectuar los ensayos a la compresion y a la tracción, y a mi modo de ver, debieran emplearse en ellos morteros plásticos, utilizando arena bien clasificada.

A fin de prevenir la contracción y expansion de las construcciones de hormigón, es preciso disponer juntas en las mismas. También es necesaria una curación cuidadosa, para evitar que el hormigón se seque demasiado rápidamente. Tales precauciones aumentan el coste de las construcciones de hormigón, de forma que se obtendría un progreso considerable con la producción de un cemento que no experimentase contracción, o cuando menos, que fuese menos susceptible de contracción que los cementos actuales.

La resistencia del cemento a los ácidos corrosivos está relacionada con la composición química del cemento, y todavía no se ha hallado una solución satisfactoria del problema. En este sentido puede decirse que en muchos casos la práctica no ha confirmado la suposición general de que es la dosis de cal la que hace al cemento susceptible de ser atacado por los ácidos.

La permeabilidad del hormigón es un punto de gran importancia en la construcción de tanques y obras destinadas a contener agua, requiriendo especial atención la selección de un cemento adecuado para tal objeto. En ensayos realizados he visto que, aun cuando una muestra de hormigón elaborado con determinado cemento permanezca impermeable al someterla a una presión de agua de 7 atmósferas, otra muestra similar, preparada con un cemento diferente, resulta permeable sometiéndola a la presión de una sola atmósfera. Los ingenieros expertos saben qué cementos producen el hormigón más impermeable, pero sería muy conveniente descubrir las propiedades especiales, que hacen que un cemento sea más impermeable que otro, por lo que se refiere a su composición química y métodos de fabricación.

En toda discusión sobre el ensayo de cementos, es preciso tener presente que las propiedades de los materiales dependen mucho de las Normas vigentes. En el caso del cemento, también, las propiedades especificadas reciben la maxima atención.

Sobre Ensayo de Cementos.

por el Prof. Dr. HANS KÜHL.

Del Instituto de Investigación Técnica del Cemento, Escuela Politécnica de Berlín.

LAS Normas o Pliegos de Condiciones del cemento en el mundo entero forman un laberinto a través del cual aún a los peritos les cuesta descubrir el camino, siendo las diferencias tan grandes, que se requiere una investigación minuciosísima para señalar un solo punto sobre el que estén de acuerdo las normas de los diferentes países.

Empezando con las definiciones, tropezamos con las opiniones más divergentes sobre qué es lo que debe entenderse por clinker de cemento Portland. Mientras algunos países entienden que el clinker de cemento Portland es un clinker fabricado mediante la cocción de una mezcla artificial íntima de materiales que contengan cal y substancias arcillosas, otros países permiten clasificar como clinker de cemento Portland materias que se fabrican por la cocción de productos naturales que ya poseen la composición química adecuada para la producción de cemento, sin ninguna preparación artificial de las primeras materias.

Mayores diferencias hay todavía con respecto a lo que deba entenderse por cemento Portland. Las Normas Británicas, por ejemplo, prescriben que después de la cocción del clinker solamente puedan agregarse piedra de yeso y agua, mientras que Alemania y otros países son más tolerantes en este sentido, y dentro de ciertos límites permiten la adición de otras substancias que sirven para regular el tiempo de fraguado o para otros fines. Y otros países, como Italia, se abstienen completamente de una definición estricta. Por consiguiente, en Italia, junto con el clinker cocido pueden molerse materias extrañas sin perjudicar el valor comercial del producto, siempre que sus propiedades técnicas estén de acuerdo con la especificación.

No pretendo examinar en detalle las muchas diferencias de importancia secundaria que se presentan en los Pliegos de Condiciones de los diferentes países, por lo que respecta a la finura, densidad aparente y tiempo de fraguado, pues en este respecto, cuando menos, existe una armonía fundamental y un proceso general de ensayos que eliminan las diferencias excesivas. Las opiniones relativas al método de ensayo de la inalterabilidad de volumen parecen ser más variadas. Al paso que casi todos los países especifican el ensayo al agua fría a los 28 días, a menudo tropezamos con la demanda de un ensayo acelerado de inalterabilidad de volumen y en este sentido también nos encontramos con la diversidad más asombrosa. Los ensayos acelerados acostumbran especificar una temperatura de 100° C., pero Australia exige una temperatura de ensayo de 80 a 94° C., y mientras la mayoría de las naciones usan el ensayo a la ebullición en una forma u otra (sea el ensayo de probetas o el de Le Chatelier), otras, como Polonia, especifican que las muestras para el ensayo sean sometidas al vapor en vez del agua.

Tales diferencias en las Normas son enormes, sobre todo, cuando se trata de los ensayos de resistencia. La calidad del cemento depende, bien de su resistencia a la tracción, bien de la que oponga a la compresión o de una combinación de varios ensayos de resistencia. Hay normas para el ensayo de la pasta pura de cemento, y también para el de las mezclas de mortero. Algunos países ensayan morteros plásticos, otros usan morteros de consistencia de " tierra húmeda." La fabri-

cación mecánica de probetas pretende poseer gran superioridad sobre el moldeado a mano Aun entre los mismos métodos de moldeado de las probetas hay diferencias notables el aparato de martillo es diferente del mazo pisón, y la espátula es distinta del metodo de preparacion con los dedos No ha de sorprender, por lo tanto, que los valores de resistencia exigidos varien en alto grado, ya que estas diferencias afectan no solamente a la norma especifica del ensayo, sino que estriban también en interpretaciones fundamentalmente diferentes de dichas normas Lo que precede basta para demostrar, no solo al perito, sino incluso a los no familiarizados con la cuestion, que estamos aun muy lejos de metodos uniformes de ensayo del cemento, tales como los que desea introducir la nueva Asociación Internacional para el Ensayo de Materiales

Parecería evidente que la variedad de pliegos de condiciones correspondiera a una variedad similar de procesos tecnicos en los distintos paises pues en ultimo termino las normas denotan los resultados que aspiran a alcanzar los fabricantes En realidad, sin embargo, sucede lo contrario La calidad del cemento es aproximadamente la misma en todos los paises de progreso técnico equivalente Dado que la calidad no varia en mucho, a pesar de la falta de uniformidad de las especificaciones, puede deducirse que las normas, con todas sus diferencias están sin embargo en armonía con las fábricas de cemento para cuya orientación han sido preparadas Este hecho debe ser tenido muy en cuenta por aquéllos que persiguen una simplificación internacional de los Pliegos de Condiciones No tiene, por ejemplo, gran importancia que la dosis de anhídrido sulfúrico esté limitada a 2 5% o a 3%; que el residuo máximo admisible al tamiz de 4900 mallas por cm² alcance a 20 ó 25%; que se adopte el ensayo a la ebullición de Michaelis, o el de Le Chatelier; que el tiempo de fraguado se determine por medio de la aguja de Vicat o la de Gillmore; o que la resistencia se ensaye empleando morteros plásticos o de consistencia de tierra humeda El objeto de este artículo no es el de tratar de tales minucias Prefiero examinar algunas ideas generales sobre el ensayo y clasificación de cementos y sobre su desarrollo futuro

En primer termino está el importante asunto de decidir si es mejor emitir pliegos de condiciones que puedan aplicarse en forma general a un grupo de distintos materiales de construccion, como ha hecho Italia, o si se servirian mejor las necesidades de la industria con una especialización bien delimitada, como hacemos en Alemania En mi opinión, las normas deben adaptarse estrictamente al carácter del material que se ensaya, y considero indispensable un alto grado de especialización En un artículo, leido recientemente en Dresde ante la Asociacion de Fabricantes Alemanes de Cemento Portland, puse de manifiesto que aun entre dos cementos Portland conceptuados iguales segun las Normas Alemanas, que tan estrictas son al ser usados en la práctica se notan grandes diferencias, aun cuando previamente hayan tenido la misma resistencia normal Puede probar que, aún con los limitados medios de ensayo de laboratorio, dos cementos Portland, de igual valor segun los ensayos normales, pueden dar diferencias de resistencia hasta del 50%, cuando se los usa en forma de morteros plásticos Guttmann, al hacer probetas de ensayo de dos cementos Portland de igual resistencia segun las normas, tropezó con diferencias más sorprendentes todavía, incluso del 100% Si, por lo tanto, es posible que tales diferencias se presenten en cementos del mismo carácter y de la misma resistencia normal, es fácil imaginar cuán diferentes serán las propiedades de los morteros de carácter variable, cuando se los ensaye según tales normas No es difícil, por

ejemplo, hacer mezclas de cal y materias de composición similar al cemento, que, al ser ensayadas según las normas del cemento Portland, den resultados excelentes. No obstante, al ensayar tales morteros en forma diferente, como por ejemplo, agregando mucha arena o usando un mortero plástico, casi siempre dan resultados de valores menos satisfactorios que los que da sin dificultad un cemento Portland que tenga igual resistencia al ser ensayado con arreglo a las normas. Para juzgar del valor de los aglomerantes hidráulicos, prefiero establecer la regla siguiente: "Pliegos de condiciones separados para cada material de construcción."

Las prescripciones de peso específico y de peso por litro, que todavía se estipulan en varios países, me parecen ya anticuadas. Los cementos Portland que caen dentro de una definición rigurosa y de prescripciones técnicas adecuadas, poseen necesariamente un elevado peso específico. En lugar de la prescripción del peso por litro, basada sobre la opinión de que en la práctica, el cemento y los agregados deben mezclarse por medidas volumétricas, sería mejor establecer la dosificación por peso. Esto no excluye, desde luego, la dosificación de los materiales por volumen, siempre que se determine previamente el peso volumétrico del cemento y de los agregados inertes.

Las normas de finura se han limitado hasta ahora a los máximos valores de residuo sobre los tamices. A nadie se le había ocurrido fijar igualmente los valores mínimos, estableciendo de este modo que los cementos no deben molerse hasta un grado excesivo de finura. Por mi parte soy de opinión que se aproxima el tiempo en que las normas que fijen el tamaño mínimo de las partículas de cemento, revestirán mayor importancia que las actuales normas que limitan el residuo máximo. Las prescripciones que regulan el endurecimiento del cemento son ya garantía suficiente contra una molturación demasiado gruesa del mismo. Todo fabricante que quiera cumplir las actuales normas de resistencia se ve obligado a moler con finura suficiente. Durante mucho tiempo se ha creído que no había límite para la finura de molturación del cemento, pero cada día va en aumento el número de los que son partidarios de un grado de molturación menos fino. En muchos casos basan su opinión sobre el hecho de que la densidad aparente disminuye cuando se muele el cemento con demasiada finura, ocasionando así dificultades en la obra, en los casos en que el cemento y los agregados se dosifiquen conforme a su volumen. Por otra parte, puede ser que los cementos demasiado finamente molidos presenten resistencias decrecientes cuando se conservan almacenados. Yo creo que el peligro existente en los cementos molidos hasta una finura excesiva estriba en el hecho (que ya señalé en la reciente reunión de la Asociación de Fabricantes Alemanes de Cemento Portland) de que tales cementos son mucho más sensibles a las dosis fuertes de agua que los cementos molidos a menor finura. En mi opinión, el tamaño de las partículas de cemento es la verdadera clave del extraño hecho de que los cementos portland de la misma resistencia tipo, al usarse para la producción del hormigón plástico, den resultados de resistencias divergentes hasta en un 100%, comparados unos con otros. Por lo tanto, creo que las normas para el cemento en el porvenir por lo que se refiere a la composición del tamaño de las partículas, se apoyarán menos sobre el máximo residuo sobre tamices relativamente claros, que sobre la proporción de las partículas más finamente molidas. Esto es posible, ya que disponemos de aparatos de precisión para determinar la finura del cemento por separación de aire o por levigación.

Hoy día se acostumbra determinar el tiempo de fraguado del cemento

mediante la aguja, usando morteros plásticos de pasta pura, pero no debe echarse en olvido que el cemento se usa en la práctica en condiciones completamente diferentes. La adición de un exceso de agua a los morteros u hormigones, da por resultado un plazo de fraguado mucho mayor del que daría el ensayo en el laboratorio. Por lo tanto, es de desear el establecimiento de un nuevo método para definir el tiempo de fraguado, que se adapte mejor a la práctica. La solución de este problema será difícil. La introducción de procedimientos térmicos y eléctricos no será recomendable, pues están sujetos en mucho mayor grado a variaciones que el actual método mecánico que emplea el aparato de aguja.

Las prescripciones relativas a la inalterabilidad de volumen de los cementos han sido por largo tiempo objeto de discusión. Actualmente se ha decidido en forma definitiva que el cemento endurecido consiste en un "gel" cuya dosis de agua depende de la temperatura y humedad del aire ambiente, y se ha comprendido que no existe, ni puede existir, un mortero de cemento de volumen absolutamente inalterable. A pesar de este hecho, es evidentemente necesario especificar una inalterabilidad mínima de volumen para cada cemento. Pero, cuáles serán estas especificaciones? Hoy día se comprende que el ensayo al agua fría a los 28 días no es suficiente, pero también se admite que los ensayos acelerados no guardan relación con lo que ocurre en la práctica, y que, por lo tanto, son de un valor dudoso. Yo creo que esta cuestión podría resolverse rodeándola, usando las normas de resistencia.

Esto nos lleva al estudio de la cuestión de los ensayos de resistencia. Antes de referirnos a las relaciones entre la inalterabilidad de volumen y la resistencia, no estarán fuera de lugar algunas observaciones generales sobre el ensayo de resistencia. Habiendo reconocido que un cemento puede conducirse en la práctica de forma completamente distinta de lo que pudiera esperarse de los resultados de los ensayos en laboratorio, parece necesario adaptar hasta el límite de lo posible el método de ensayo de resistencia a las condiciónes de la obra. Mientras predominó el hormigón apisonado, el ensayo de morteros de consistencia de tierra húmeda estuvo muy apropiado. En cambio, hoy día se usa más generalmente el hormigón plástico y flúido en los modernos trabajos de construcción. En mi opinión, ésto es lo que induce a creer que en el porvenir el ensayo de los morteros plásticos aumentará en importancia. Es interesante advertir que, especialmente en Alemania, donde hasta ahora se había insistido tenazmente en los ensayos de morteros de consistencia de tierra húmeda, se tiene en perspectiva una revolución en este sentido, como resultado de las nuevas investigaciones sobre morteros plásticos realizadas por el Laboratorio de la Asociación de Fabricantes Alemanes de Cemento Portland.

Creo que al ensayar morteros plásticos en Alemania, debiera seguirse en todo lo posible el principio de preparar mecánicamente las probetas. La experiencia ha demostrado que la precisión de los ensayos, de resistencia ha aumentado en la misma proporción en que ha ido mecanizándose el método de ensayo. Los que están familiarizados con el método preciso especificado por las Normas Alemanas y similares se asombrarán al saber que las probetas de ensayo de los Estados Unidos son moldeadas con los dedos. Debe reconocerse, no obstante, que este método de confección de las probetas ha alcanzado un alto grado de precisión y uniformidad.

Hasta hace pocos años, el ensayo de resistencia con probetas de pasta pura era considerado en Alemania

como anticuado. Según los estudios de Curt Prussing, es posible deducir conclusiones muy útiles de las probetas de pasta pura, de forma que probablemente revivirá el interés en esta clase de ensayos de resistencia. Prussing encontró que las resistencias a la tracción de las probetas de más de diez años de edad, curadas al agua, daban una resistencia de aproximadamente 70 kgs. por cm^2 al ser ensayadas cuando todavía estaban húmedas, mientras que la resistencia a la tracción quedaba reducida a 25 kgs. por cm^2 cuando se permitía que las probetas se secasen previamente Esta experiencia es completamente contraria a la que se obtiene con los morteros de arena y cemento, porque estos ensayos acostumbran mostrar un aumento en la resistencia al ser conservadas al aire después de una previa conservación en agua. Es evidente que de estos ensayos se obtendrán datos muy útiles para los que estudian el endurecimiento del cemento.

Sobre la cuestión de si la resistencia del cemento debe ensayarse a la tracción, compresión o flexión, personalmente durante algunos años he abogado por el ensayo a la tracción, y siempre me he opuesto al predominio, creciente del ensayo de compresión, tal como se acostumbra en muchos países europeos. Es cierto que el ensayo a la compresión es de suma importancia en la práctica, pero la resistencia a la compresión no tiene valor alguno si un edificio se agrieta en el punto donde es precisa una alta resistencia a la tracción. La armadura de hierro del hormigón armado, por muy bien calculada que esté, no impide cierto alargamiento en los puntos en que se efectúa un elevado esfuerzo a la tracción, alargamiento que corresponde a la elasticidad de la armadura. El hormigón que rodea el acero, entonces, tiene que amoldarse al alargamiento en cuestión sin agrietarse, y esta es la verdadera razón por la cual el hormigón debe poseer alta resistencia a la tracción y elevada elasticidad.

Queda todavía, sin embargo, otra cuestión por resolver, relativa a la resistencia a la tracción. El aumento de la dosis de cal de la mezcla cruda produce el aumento de la resistencia a la tracción y a la compresión, pero tan pronto como esta dosis de cal llega a cierto límite, la resistencia a la compresión sigue aumentando mientras que decrece la resistencia a la tracción. Esto resulta, sobre todo, evidente, cuando las muestras han sido curadas por largo tiempo en el agua. Un mayor aumento de la dosis de cal produciría ya una disminución en la resistencia a la compresión, y una evidente tendencia a la expansión. A mi modo de ver, es positivo que existen ciertas relaciones entre las resistencias a la compresión y a la tracción y la inalterabilidad de volumen, y yo deseaba señalar este hecho antes de explicar que, con respecto a la inexpansividad del cemento, deben tenerse presentes nuevos puntos de vista, y que estos puntos de vista solamente son alcanzables por el camino indirecto del ensayo de resistencia.

Parece, sin embargo, que la relación entre la inexpansividad y la resistencia es más variable aún de lo que se desprende de la relación de la resistencia a la compresión con respecto a la de la tracción. El notable fenómeno, revelado especialmente por Genshaur, con respecto a los morteros de arena y cemento, mediante la conservación alternada en agua y al aire, y al que ha hecho alusión Prüssing en sus ensayos de pasta pura de cemento, parece aumentar nuestro conocimiento de las relaciones mutuas entre la resistencia y la inalterabilidad de volumen Este es un campo de investigación no cultivado todavía suficientemente, y la importancia de estas relaciones no debiera descuidarse. • Un examen sistemático de los resultados

de ensayos a disposición de los institutos oficiales para ensayo de materiales debiera dar como resultado un esclarecimiento de las relaciones entre la resistencia y la inalterabilidad de volumen de los cementos. Cuando estas relaciones hayan sido reconocidas y confirmadas por la investigación científica, de ellas podremos tal vez deducir nuevas normas para las resistencias y para la inalterabilidad de volumen de los cementos.

Fábrica moderna de cemento Portland en el Japón.

EL hallazgo de grandes cantidades de caliza margosa y greda en la Bahía de Nanao, en la costa occidental del Japón, a unos 300 kms. de Tokío, indujo a la instalación en dicho punto de una nueva fábrica de cemento en los años 1927/1929, con una producción anual de 150,000 toneladas de cemento.

La instalación fué efectuada por la casa G. Polysius Aktiengesellschaft, de Dessau, siendo moderna en todos sentidos, con una línea ferroviaria lateral que se extiende cosa de medio kilómetro a lo largo de la Bahía de Nanao. A causa de la índole de las primeras materias y de las condiciones de producción, se decidió emplear el proceso de pasta espesa; y la Nanao Cement Co. ha sido, así, la primera Compañía japonesa que ha montado una fábrica que, desde su principio, haya empleado la vía húmeda.

La mayor parte de las primeras materias (margas de calidad excelente) se extraen cerca de la fábrica, y son transportadas a ella en vagonetas. Un transportador de artesa las introduce en las machacadoras, que las subdividen, allí las recoge un transportador de cinta de acero y elevadores que las llevan a los silos, situados sobre los molinos de crudo.

La arcilla se extrae de la costa opuesta de la Bahía de Nanao, en barcazas arrastradas por un remolcador de vapor, que se vacían por medio de una grúa. El material se deposita luego, por medio de otra grúa giratoria, con cuchara, en una tolva que lo conduce a dos molinos desleidores. La pasta resultante de la adición de agua sale de los desleidores por un conducto a un doble compresor, que lo impele por medio de aire comprimido, a depósitos situados sobre los molinos de crudo.

La caliza empleada para corregir la mezcla se transporta a la fábrica desde una cantera situada a unos 10 kms., por medio de un cable aéreo; se reduce por medio de una machacadora especial, y luego se lleva por elevadores a los silos situados sobre los molinos de crudo.

La pasta formada con la mezcla de marga, caliza y arcilla, se introduce en los molinos " Solo " de tres cámaras, de un diámetro aproximado de 2.20 m., y de unos 13 m. de largo; se agrega agua en la proporción deseada, y todo el conjunto se reduce a una pasta fina, o papilla. Entonces este material se impele por medio de dos compresores dobles hasta ocho depósitos de acero, en los que se mezcla por un aparato mezclador de pasta automático neumático, cuyo paso de aire va regulado por una válvula " Regulex." La pasta acabada.

impulsada por dos compresores dobles, pasa a los silos, y desde éstos a los hornos.

Se han instalado dos hornos " Solo " de unos 70 m. de largo, y en ellos la pasta se seca, calcina, clinkeriza y enfría de un modo continuo. A diferencia de los hornos que llevan debajo enfriadores aparte, el horno " Solo " está construído a nivel del pavimento, de modo que no hay escalones ni plataformas, que entorpezcan la inspección de la cocción.

El accionamiento elástico " Pol " y el aparato de lubricación de alimentación automática, enfriado por agua, aseguran un funcionamiento regular y satisfactorio de los rodillos. La zona de refrigeración va equipada de enfriadores, que sirven a un mismo tiempo para enfriar el clinker y calentar el aire comburente, sin constituir ningún obstáculo para la observación del proceso de cocción. La entrada del aire comburente se regula por rejillas circulares de aire, impidiéndose la excesiva infiltración de aire entre la cámara de humo y el horno, por medio de anillos de cierre.

El carbón necesario para la combustión en el horno se seca en dós tambores adecuados, moliéndose luego por medio de dos molinos " Solo " de tres cámaras. Se impulsa por la acción del aire comprimido hasta los silos de los hornos, y desde allí pasa a los tubos de los mecheros por medio de un mecanismo extractor de doble tornillo, siendo inyectado en los hornos por ventiladores de alta presión. A causa de la gran dosis de materias volátiles contenidas en el carbón, los tubos del mechero han tenido que ser de un modelo especial.

El clinker pasa por transportadores de sacudidas y elevadores hasta el almacén de clinker, pudiéndose extraer desde distintos puntos por dos transportadores de cinta de acero que pasan por debajo del almacén. Los elevadores transportan el clinker a las máquinas pesadoras automáticas, y desde allí a los silos situados sobre los molinos de cemento. La corriente de clinker y piedra de yeso que entra en los molinos es regulada por alimentadores de mesa giratoria. Los dos molinos son del tipo " Solo " de tres cámaras, y del mismo tamaño que el molino del crudo, aproximadamente de 2.20 m. de diámetro por 13 m. de largo, y muelen el clinker y la piedra de yeso, convirtiéndolos en cemento de calidad excelente y gran finura. El material acabado se impele por la acción de bombas neumáticas hasta los depósitos de cemento que son seis silos cilíndricos de un diámetro aproximado de 10 m., y 20 m.

El envasado y despacho del cemento se realiza por medio de máquinas ensacadoras y envasadoras para barriles, automáticas, y un adecuado aparato de carga. Una instalación colectora de polvo hace que la sección de molinos funcione casi sin producir polvo, de este modo se evitan las pérdidas de material y el entorpecimiento a que da lugar la presencia del polvo. Para poder controlar constantemente el proceso de la fabricación, se dispone de un laboratorio muy bien equipado, con hornos rotatorios experimentales. Completan la fábrica un taller de reparaciones, una fábrica de barriles, las instalaciones de compresores y transformadores y las oficinas. Al construir la fábrica, se tuvo presente la posibilidad de ulteriores ampliaciones, habiendo sido proyectados los edificios de manera que pueda realizarse en ellos la instalación de otro molino de crudo o de cemento sin tener que construir ningún otro local.

La idea predominante al proyectar la maquinaria fué la de unir distintas etapas del trabajo en una sola máquina grande, para convertir el conjunto del proceso de fabricación en una operación casi automática, por el uso de una instalación transportadora mecánica o neumática. Esto explica por qué solamente hayan de emplearse 25 hombres en cada turno para el servicio de la maquinaria.

Fig. 1 (véase pág. 36), Bendición de los hornos giratorios al principio del montaje; Fig. 2 (véase pág. 37), Vista general de la fábrica, del lado del mar; Fig. 3 (véase pág. 38), Motores para el accionamiento de los molinos del crudo y del cemento; Fig. 4 (véase pág. 38), Compresores para el transporte neumático de la pasta; Fig. 5 (véase pág. 39), Aparatos " Regulex " de distribución para el mezclado automático por aire comprimido; Fig. 6 (véase pág. 39), Hornos " Solo " con mecheros de carbón pulverizado; Fig. 7 (véase pág. 40), Molinos " Solo " para cemento, patentados en Alemania y otros países; Fig. 8 (véase pág. 40), Filtros colectores para la captación del polvo en los molinos de cemento.

El Horno Rotatorio en la fabricación del Cemento.—I.

por W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

En esta serie de artículos nos proponemos tratar el horno rotatorio principalmente desde el punto de vista de su producción y economía de combustible; procurando poner de manifiesto las leyes que rigen la velocidad de la transmisión del calor desde los gases calientes al crudo que se halla en el horno, y desde el clinker caliente al aire que pasa por el enfriador.

Para obtener la máxima producción con el consumo mínimo de combustible, debe prestarse cuidadosa atención a una serie de detalles, que enumeraremos y discutiremos en cuanto sea posible. A este fin, y para que nos sirva de base, consideraremos un horno rotatorio de vía húmeda de 60 m. de largo, tamaño muy usado durante los últimos años, aun cuando, como es bien sabido, se empleen actualmente hornos considerablemente más largos.

La fig. 1 (véase pág. 41) reproduce en alzado un horno típico. Las características principales figuran en la tabla de referencia. En la descripción que sigue se citan varias cifras, que pueden considerarse como correspondientes a una buena práctica normal.

Generalmente, el horno tiene un diámetro de 2.60 m. de plancha a plancha, teniendo la zona de clinkerización 3 m. de diámetro y 12 m. de largo. El enfriador tiene una longitud de 20 m. y un diámetro de 1.85 m. El horno lleva una inclinación de 1 : 24, tiene cuatro apoyos, y gira aproximadamente a 0.85 r.p.m.

En un horno de vía húmeda, las primeras materias, en forma de pasta, entran por el tubo J y van descendiendo lentamente por el horno, necesitando aproxi-

madamente 2½ horas para recorrerlo de un extremo a otro. La humedad se evapora, el CO_2 se desprende, y el material restante se clinkeriza, siendo la temperatura máxima alcanzada en la zona de clinkerización de unos 1375° C.

En el horno, el material viene a ocupar un 7½ de la capacidad calculada entre superficies interiores del revestimiento. Al salir del horno a una temperatura de 1200° C., el material atraviesa el enfriador y se descarga sobre un transportador de bandejas K a una temperatura de 95° C. o menos. El enfriador gira a 5 r.p.m.

En el horno se quema carbón graso pulverizado, que entra por el extremo inferior por el mechero E. El aire necesario para quemar el carbón no suele ser más de 5 a 10% en exceso sobre la cantidad necesaria, que para la combustión completa resulta del análisis del carbón.

De la cantidad total de aire suministrada, un 20% se emplea en inyectar el carbón en el horno; el resto entra por el enfriador, donde enfría el clinker y se calienta a su vez, entrando, de esta forma, en el horno a una temperatura aproximada de 425° C.

Para estudiar con más detalle las cifras de suministro de aire y carbón, supondremos que el horno, con zona ensanchada de clinkerización, da una producción de 8 toneladas por hora. Usando carbón seco de una potencia calorífica de 7000 calorías, el consumo de combustible será de un 27% del clinker producido. Por lo tanto:

$$\text{Carbón por hora en toneladas} = \frac{27 \times 8}{100} = 2{,}16$$

y

$$\text{Carbón por minuto en kgs} = \frac{2{,}16 \times 1000}{60} = 36 \text{ kgs.}$$

El aire necesario para la combustión, (incluyendo un exceso de un 10%) es (muy aproximadamente) de 10 kgs. por kg. de carbón. De ahí que:

Aire por minuto 365 kgs

Como ya se ha mencionado previamente, esta cantidad se subdivide como sigue:

Para inyectar el carbón pulverizado (aproximadamente un 20%)	75 kgs.
A través del enfriador	290 kgs.
Total por minuto ..	365 kgs.

En un horno provisto de una cantidad moderada de elevadores de pasta, la temperatura de los gases de salida será de unos 400° C. Hasta hace relativamente poco tiempo, no se solía admitir que la temperatura de los gases de salida de un horno de vía húmeda llegase a ser tan elevada como la mencionada. La atención prestada a esta cuestión ha llevado a realizar esfuerzos por reducir dicha cifra, y más adelante describiremos los resultados obtenidos.

Balance térmico típico.

La forma en que se utiliza, o pierde, el calor del carbón, puede verse por el siguiente balance térmico, que damos en forma resumida:

	% del clinker.
1. Calor requerido para evaporar la humedad de la pasta (40%) a 100° C.	8.86
2. Calor requerido para descomponer el $CaCO_3$ a 900° C.	7.10
3. Pérdida por radiación del horno y del enfriador	3.76
4. Perdido por el clinker caliente a la descarga del enfriador	0.24
5. Calor perdido con los gases de salida (a 400° C.) que contienen los productos de la combustión, el vapor de agua de la pasta y el CO_2 de las primeras materias	8.00
Total	27.96
A deducir por reacciones exotérmicas durante la clinkerización ..	1.50
Consumo normal de carbón del horno, en %	26.46

En un próximo artículo se examinarán en detalle las distintas partidas que integran el balance térmico.

Con la denominación de carbón normal se quiere significar carbón seco de 7000 calorías por kg.; las cantidades de calor, a los efectos de los ensayos en el horno rotatorio, están expresadas en cantidades equivalentes de carbón normal, traducidas luego en tantos por ciento del clinker producido. Así, en la partida 5 del balance térmico, la pérdida con los gases de salida equivale a 8 toneladas de carbón normal por 100 toneladas de clinker producido. Si el horno produce 8 toneladas de clinker por hora, la pérdida real es de:

$$8 \times 1000 \times \frac{8}{100} \times 7000 = 4{,}480{,}000 \text{ calorías por hora.}$$

La pérdida con los gases de salida y otras similares están calculadas a base del exceso de temperatura por encima de 15.5° C., y para la potencia calorífica del carbón se parte del mismo dato. El consumo normal de carbón de un horno cualquiera se obtiene haciendo en la cifra del consumo de carbón medido las debidas correcciones por razón de la humedad y de la potencia calorífica del carbón efectivamente empleado.

Las cifras mencionadas pueden considerarse como típicas del funcionamiento de un horno rotatorio de 60 m. de longitud, en buen orden de marcha, y dotado de unos 13 metros cuadrados de elevadores de pasta. El autor ha obtenido estas cifras mediante ensayos cuidadosamente realizados durante un período de varias semanas.

Detalles del Horno.

A continuación se examinarán algunos de los detalles más importantes que influyen en el buen funcionamiento del horno.

Alimentador de pasta.

Es muy conveniente disponer de un aparato muy preciso para la regulación de la entrada de pasta en el horno, que debe hacerse con gran uniformidad. Cuando el horno está en plena producción, no siempre puede clinkerizarse satisfactoriamente el exceso de pasta que afluya a la zona de clinkerización, a causa de una alimentación irregular. En tales condiciones es muy posible que haya que parar el horno y que se desperdicie mucho carbón.

A continuación describimos dos tipos muy conocidos de alimentadores de pasta:

1. **Orificio regulable con carga constante.** La fig. 2 (véase pág. 44), reproduce un diagrama de este aparato. Las letras de referencia y la leyenda correspondiente permitirán comprender con toda claridad la disposición general.

La carga de pasta se mantiene a unos 76 cms. La alimentación se regula mediante la palanca de mando G, que recorre un cuadrante graduado y descubre, más o menos, un orificio alargado abierto en una placa corredera de latón.

En su camino hacia el horno, la pasta pasa por el recipiente medidor H; ordinariamente el tapón cónico de madera está destapado, pero cuando conviene hacer una medición de la alimentación de pasta, se coloca rápidamente el tapón en su sitio y se mide con un reloj cuenta segundos el tiempo que necesita la pasta para llegar al nivel del rebosadero. Para completar el cálculo, debe conocerse la capacidad de pasta del recipiente medidor, en función del clinker equivalente. Para servir de comprobación de la producción del horno esta medición resulta solamente aproximada.

Tal tipo de aparato ha sido ensayado frecuentemente por el autor, quien generalmente ha visto que el régimen de alimentación, para una abertura determinada del orificio, aunque a menudo era uniforme, podría variar de 5 a 8% en un término de 24 horas. A veces se registraron variaciones mucho mayores, pero para obtener una explicación adecuada de este resultado sería preciso extender los experimentos a un plazo considerablemente mayor.

Ya que la falta de uniformidad de la alimentación de la pasta reduce el rendimiento del horno, la dirección de cada fábrica podría llevar a cabo una buena labor de investigación en todos aquellos puntos donde quiera que se hallase instalado un aparato de esta índole. Para graduar el régimen de alimentación, el calcinador tiene que trasladarse desde la plataforma de cocción al depósito de alimentación de la pasta, pero ésto no representa un inconveniente, ya que estas operaciones no tienen que hacerse con frecuencia, ni es tampoco conveniente tener que realizarlas muchas veces. Si el horno tiene que pararse temporalmente por alguna razón, el vertedor G de la fig. 2, puede ser desviado por medio de un cable de alambre accionado desde la plataforma del calcinador, volviendo entonces la pasta de alimentación, por la tubería del rebosadero, a los mezcladores.

Las ventajas de este tipo de alimentación de pasta son: a), que resulta relativamente económico; y b), que no requiere gasto de energía para su funcionamiento.

2. **Alimentador rotatorio de pasta.** El alimentador reproducido en la fig. 3, (véase pág. 16), mide un volumen determinado de pasta a cada revolución, de modo que su precisión no debería quedar afectada esencialmente por ninguna variación moderada de la fluidez de la pasta. Las letras de referencia y la leyenda de la figura explican bien claramente la disposición general. La pasta se introduce mediante una bombo en un compartimiento del depósito de alimentación A, en exceso sobre la cantidad requerida por el horno; el sobrante escapa por una abertura C situada a un extremo. El nivel de la pasta dentro del depósito es poco más o menos el de la base G de la abertura C. Cada cuchara

vierte un volumen determinado de pasta a un compartimiento del tambor central E, desde uno de cuyos extremos pasa a un segundo compartimiento del depósito, y desde éste por la tubería de descarga I, al horno. La rueda de cucharas va ordinariamente accionada por un motor con reductor de engranaje, a una velocidad de unas 15 r.p.m.

La regulación de la velocidad (y en consecuencia el régimen de alimentación de pasta), por medio de un mando de velocidad variable situado en la plataforma del calcinador, no resulta completamente satisfactoria, y si se utiliza la corriente alterna hay alguna dificultad en obtener una escala suficientemente gradual de variaciones de velocidad; sin embargo, la alimentación reducida no es necesaria sino cuando se pone en marcha el horno después de un paro algo prolongado.

Como alternativa puede ofrecerse otro método, que consiste en hacer que la arista inferior (G) de la abertura del rebosadero sea graduable verticalmente, mediante una placa corredera movida por un tornillo. Haciendo bajar el nivel de pasta en el depósito de alimentación, puede obtenerse un régimen reducido de alimentación para la puesta en marcha del horno a la velocidad normal del motor de accionamiento. Lo único que hace falta es un interruptor en la plataforma del calcinador, para poner en marcha el motor y para pararlo.

No se acostumbra en la práctica a disponer de un método para obtener rapidamente, en cualquier momento, el volumen de pasta vertido por cada revolución del alimentador rotatorio, de modo que corrientemente, y tal vez con acierto, se ha admitido como efectiva su uniformidad bajo las condiciones variables de humedad y fluidez de la pasta.

Alimentación de carbón.

Supondremos que se deseque el carbón hasta llegar al 1% de humedad; moliéndolo luego de forma que deje un residuo del 10% al tamiz de 4900 mallas por cm^2, y almacenándolo en una tolva suspendida sobre la plataforma del calcinador. La fig. 4 (véase pág. 47), reproduce una disposición conveniente para el alimentador de carbón. La abertura del fondo de la tolva no debiera ser de menos de 61 cms. × 45 cms. Se usan dos tornillos, que pueden llegar a extraer hasta 70% del volumen teórico que resulta de su diámetro y su paso. El paso es mayor una vez el tornillo fuera de la tolva. Los tornillos suelen ser accionados por un mecanismo de velocidad variable, que permitirá que las revoluciones por minuto sean exactamente las debidas dentro de un margen de 2 a 1, o similar. A menudo se usa un cambio de velocidades Rees, o un disco de fricción. Los tornillos vierten el carbón a una pieza de fundición de forma de doble embudo E, situada en la tubería del mechero de carbón. La parte por donde entra el carbón es una zona en que el aire lleva gran velocidad, y por consiguiente tiene baja presión; de ahí que pueda disponerse convenientemente para que haya algo de aspiración sobre los tornillos de alimentación de carbón.

La experiencia demuestra que el carbón tiene una cierta tendencia a aglomerarse en la base de la tolva A y a quedar retenido en parte, de modo que en ciertas ocasiones los tornillos de alimentación no verterán el volumen de carbón que debiera esperarse normalmente de su diámetro y paso. El déficit se aumenta si el carbón no está suficientemente seco. Esta circunstancia se traduce en un

descenso de la temperatura en la zona de clinkerización sin causa aparente que lo justifique. Igualmente, si se deja vaciar demasiado la tolva, en el centro puede formarse un espacio hueco, y al cabo de algun tiempo el material situado en los bordes cae; el carbón finamente molino tiene tendencia entonces a correr como agua por los tornillos de alimentación, y desde ellos a la tubería de ignición del carbón. El exceso de alimentación de la carbón se advierte por la presencia de humo negro en la parte superior de la chimenea.

En el esquema indicado en la fig. 1 (véase pág. 47), el uso de dos tornillos de alimentación colocados todo lo más contiguos posible a la base de una abertura relativamente grande, reduce al mínimo la tendencia del carbón a adherirse a las paredes; además, se han dispuesto agujeros para poder introducir atizadores. La afluencia en exceso se evita parcialmente reduciendo al mínimo el huelgo entre la hélice y su caja, (D); esta última debiera ir perforada. Aun así, no siempre se impide la afluencia en exceso, por lo que resulta recomendable, y en general eficaz, mantener la tolva llena del todo, o casi del todo.

Para impedir esta afluencia excesiva se han utilizado varios otros dispositivos, pero el autor ha comprobado que la disposición relativamente sencilla que reproduce la fig. 1 (véase pág. 47), resulta completamente satisfactoria si se presta atención a los extremos previamente indicados.

Boquilla del mechero de carbón. El carbón puede entrar en el horno por una boquilla de un diámetro de 18 cms., siendo la velocidad del aire unos 45 m. por segundo, y la temperatura de unos 65° C. No hace falta más que una sencilla boquilla circular, aunque se han ensayado varias otras formas. En las condiciones arriba mencionadas, la zona de clinkerización queda formada en el sitio conveniente del horno. Si el carbón está seco y finamente molido, y para inyectarlo se emplea aire caliente, la ignición puede llegar a tener lugar incluso demasiado rápidamente. Entonces, la situación de la zona de clinkerización no queda bastante separada del extremo de descarga del horno para permitir que el mechero tenga tiempo de trabajar sobre clinker relativamente poco cocido.

Regulación de la operación de cocción.

Situado al extremo inferior del horno, el calcinador vigila la operación de la clinkerización por una mirilla que hay en la caperuza del horno, usando una placa de vidrio de color para proteger la vista. Su principal obligación es ver si el material que hay en la zona donde suele tener lugar la clinkerización (a unos 6 m. del extremo del horno), ha alcanzado la debida temperatura. Esto se aprecia por el color. El calcinador puede ver el material hasta unos 5 ó 6 m. más allá de la zona de clinkerización, y en toda esta longitud el color cambia perceptiblemente, llegando a un rojo blanco cuando la clinkerización es completa.

Con una alimentación uniforme de pasta, arreglada a una velocidad adecuada del horno, puede esperarse que el número de r.p.m. de los tornillos de alimentación de carbón permanezca sensiblemente uniforme. En la vía húmeda, tal uniformidad puede a veces persistir durante dos o tres horas y hasta más. El equilibrio se trastorna a veces por el carbón pulverizado que se detiene algo en la tolva de alimentación, o por romperse un pequeño anillo de clinker, haciendo así que descienda por el horno una cantidad excesiva de material. Cuando se ve que el material que se aproxima a la zona de clinkerización tiene una tem-

peratura demasiado baja, el calcinador acostumbra a aumentar la alimentación de carbón, y al mismo tiempo reduce la velocidad del horno. La velocidad de llegada del material a la zona de clinkerización (ordinariamente unos 40 cms. por minuto en un horno de 60 m.), se reduce momentáneamente, y se aumenta algo la temperatura en la zona de clinkerización; al cabo de pocos minutos las condiciones acostumbran a normalizarse nuevamente, sin que haya salido del horno ninguna cantidad de material mal cocido.

Con un horno que trabaje a plena capacidad, sin embargo, no resulta fácil comunicar mucho calor adicional al material que esta en la zona de clinkerización o próximo a él, debido a la falta de tiempo y superficie La mayor parte del calor, debido a la cantidad suplementaria de carbón quemado, se transmite al material más lejos dentro del horno Si el aumento en la alimentación de carbón excede del 10% de lo normal, tal vez no haya aire suficiente para quemarlo, y entonces aparece el humo negro en el extremo superior da la chimenea

Tratándose de las pérdidas ordinarias de temperatura en la zona de clinkerización, no es necesario reducir la alimentación de pasta, puesto que el material necesita unas dos horas y media para recorrer todo el horno. De ahí que cualquier reducción temporal de la alimentación de pasta no afectaría la situación en la zona de clinkerización sino mucho después que el horno hubiese recobrado su temperatura normal El que suscribe, sin embargo, ha visto dar lugar en tal forma a pérdidas en la producción de clinker

Inclinación y velocidad del horno, y volumen de carga.

Las cifras usuales en un horno de vía humeda de 60 m de largo, tal como el que venimos considerando hasta ahora, serían una inclinación del horno de 1 · 24, y una velocidad de rotación de 0 85 r p m.

La practica demuestra que la carga del horno despues de seca, tomará aproximadamente la posición que muestra la fig 5 (vease pag 49), donde A C B está inclinado según el talud natural del material, y el volumen de carga, representado en sección transversal por el area A C B D, será de un 7½% del volumen del horno considerado dentro del forro Esta cifra corresponde a una zona de clinkerización de dimensiones normales Debido a la rotacion del horno, el material de la carga circula según indican las flechas

Suponiendo, en el primer caso, que todo el material que esta en el horno está seco, y no experimenta ningun cambio quimico, es evidente que

$$\frac{\text{Carga total en toneladas}}{\text{Alimentación por hora en toneladas}} = \text{tiempo que el material permanece en el horno, en horas}$$

Volviendo a un horno de vía húmeda, el cálculo tiene que hacerse separadamente para cada zona, en la forma siguiente. a), evaporación; b), elevación de temperatura; c) descomposición del $CaCO_3$; y d), elevación de temperatura. Para un horno de 60 m de largo con un volumen de carga del 7½%, el tiempo requerido resulta de dos horas y media.

Ya que la producción de un horno rotatorio, dentro de un amplio margen de tamaños, ha demostrado experimentalmente ser aproximadamente proporcional a su volumen (calculado interior al revestimiento), si suponemos que la relación

de carga sea la misma en todos los casos (7½%, por ejemplo), resultará que el material pasará por todos los hornos, cortos o largos, en el mismo período de tiempo, o sean 2½ horas. Es nuestro objeto examinar este asunto experimentalmente y volver sobre él en un artículo posterior.

Un ligero aumento de velocidad reducirá el tiempo empleado por el material en atravesar el horno, y por consiguiente, reducirá el volumen de carga. De la misma manera, una ligera reducción de la pendiente aumentaría el tiempo empleado por el material en recorrer el horno y aumentaría el volumen de carga. De ello resulta evidentemente que existirán una serie de valores para la inclinación y velocidad, respectivamente, que permitirán que el volumen de la carga retenida sea del 7½%.

Muchos de los antiguos hornos de 15 a 60 m. de largo han sido accionados por embarrados o contramarchas, usándose dos juegos de polea fija y móvil, para dar una marcha larga de 1 r.p.m. y una marcha corta de ½ r.p.m. Recientemente, la mayoría de los hornos han sido accionados por correa y un motor de pequeña velocidad, que tiene una variación de velocidad de 2 : 1, o cosa parecida.

Método de transmisión de calor.

La superficie A C B de la carga recibe el calor directamente de los gases calientes por convección; también recibe calor por la radiación de la porción A E B de la circunferencia del horno. La superficie A D B de la carga recibe calor por convección, por radiación y por conducción. Es nuestro objeto tratar en un próximo artículo del régimen de intercambio de calor que tiene lugar en cada caso.

Enlace del horno con el enfriador.

Durante el proceso de desarrollo del horno rotatorio, el dispositivo mediante el cual el clinker al rojo (o al rojo blanco) es transportado del horno al enfriador, probablemente ha dado que hacer más que ninguna otra parte del aparato. La fig. 6 (véase pág. 50), muestra uno de los proyectos más antiguos, que en otro tiempo estuvo muy en boga. En la misma figura, la leyenda da la debida explicación mediante las letras de referencia. El vertedor de clinker (D) tenía la doble misión de transportar el clinker caliente del horno al enfriador, y de conducir el aire previamente calentado desde el enfriador al horno.

Las leyes aerodinámicas que siguen las corrientes de aire no eran todavía conocidas del todo en aquel tiempo. El tiro provocado en la caperuza del horno por la chimenea del horno, era solamente suficiente para aspirar una cantidad de aire relativamente pequeña por el vertedor del clinker. Por consiguiente, este último se ponía al rojo y pronto se quemaba y destruía. Se obtuvo una corriente adicional de aire caliente para el horno, acoplando la tubería de aspiración del ventilador inyector del aire que arrastra el carbón hacia el mechero con la caperuza del enfriador (E), pero esta disposición empeoró las cosas aún más, por el poco ajuste de los anillos de cierre del aire en las caperuzas del horno y del enfriador. El anillo de cierre del horno consistía en una plancha anular de unos 15 cms. por unos 9 mms. de sección transversal. Estaba dispuesto alrededor del extremo del horno y sujeto con pernos al frente de la caperuza. La plancha estaba dividida en cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales podía ajustarse

separadamente a la circunferencia del horno, por estar alargados los agujeros de los pernos. Cuando el horno era nuevo y verdaderamente circular en el punto de colocación del anillo de cierre, y cuando el extremo del horno rodaba bien centrado sobre los rodillos de apoyo, el cierre resultaba satisfactorio. No obstante, por razón del calor, el extremo del horno pronto se deformaba, y los cuadrantes del anillo de cierre eran empujados hacia atrás, dejando grandes brechas, resultando que el aire frío entraba en la caperuza del horno por las brechas del anillo de empaquetado, más fácilmente de lo que el aire caliente a través del vertedor de clinker.

En la caperuza (E) del enfriador la situación venía a ser poco más o menos la misma. En la caperuza del enfriador, la tubería (F) producía una corriente, y el aire frío entraba en dicha caperuza por las rendijas del anillo de cierre con mayor facilidad que recorriendo el enfriador, tanto más cuanto que el orificio al extremo del enfriador estaba en gran parte interceptado por el extremo inferior del vertedor del clinker. En consecuencia, muy pequeña cantidad del aire necessario para la combustión en el horno entraba por el enfriador, y el calor del clinker que salía del horno se malgastaba en calentar hasta el rojo la cubierta del enfriador y en quemar los canales longitudinales agitadores que se habían dispuesto en el interior del enfriador. El clinker salía también del enfriador a una temperatura relativamente elevada.

El uso de chimeneas más altas, y la consiguiente producción de mayor tiro dentro de la caperuza del horno, no mejoró las cosas hasta que se eliminó la entrada de aire por los anillos de cierre. El autor ensayó dos o tres hornos en los que 75% del aire requerido para la combustión se suministraba, bien por la boquilla de combustión del carbón, bien por las rendijas de la caperuza del horno. Estas entradas reducían proporcionalmente la cantidad de aire que podía ser aspirado por el enfriador y calentado previamente, y la proporción de calor recuperado del clinker caliente quedaba también proporcionalmente reducida.

Calor del clinker al salir del horno.

Si la cantidad de calor almacenado en el clinker que sale del horno se perdiese toda, el aumento de consumo de carbón que resultaría podría calcularse en la forma siguiente:

El calor recuperable en una tonelada de clinker, calculado entre las temperaturas de 1200° C y 90° C, con un salor específico de 0.24, es de

$$\frac{1110 \times 0.24 \times 1000}{7000} = 38.1 \text{ kgs. de carbón corriente.}$$

Expresado con relación al peso de clinker producido, la cantidad se convierte en:

$$\frac{38.1 \times 100}{1000} = 3.81\%.$$

Pero esto no es todo, sin embargo, ya que para reemplazar el calor perdido con el clinker hay que quemar en el horno una cantidad adicional de carbón. De este calor adicional, 20% se escapará por la chimenea con los gases de

escape, de modo que el aumento efectivo en el consumo de carbón, debido a la no recuperación del calor del clinker en el enfriador sería de

$$\frac{3.81}{0.80} = 4.76 \text{ del peso del clinker.}$$

Por lo tanto, sin el enfriador, el consumo total de carbón corriente en un horno cuyo balance térmico sea el que se ha expresado más arriba, se elevaría del 26.45 al 31.21%.

Perfeccionamientos modernos.

Se dió un notable paso adelante al adoptar anillos de cierre de ajuste automático con las caperuzas del horno y del enfriador, y aplicando a este último el tiro forzado. El extremo superior del enfriador se forró asimismo de ladrillo refractario hasta un tercio de su longitud. Inyectando en el enfriador la cantidad de aire conveniente para la combustión en el horno (descontando la cantidad de aire frío inyectada por el ventilador del carbón) la pérdida por radiación en la cubierta del enfriador quedó muy reducida, y el clinker salía del enfriador suficientemente frío. También se evitó así el deterioro de las piezas internas de hierro del enfriador y del vertedor de hierro para el clinker. En esta forma han funcionado varias instalaciones de hornos verdaderamente eficaces.

Durante los dos últimos años, no obstante, se ha puesto en uso un vertedor de clinker formado enteramente de ladrillo refractario, que permite un amplio paso de aire desde el enfriador al horno, y que necesita muy pocas reparaciones. Esta disposición se reproduce en la fig. 7 (véase pág. 53), donde se han hecho las debidas referencias por medio de letras. Para un horno de 60 m. de longitud, el área mínima en sección transversal del vertedor de ladrillo refractario sería aproximadamente de 1 m 2.

El anillo de cierre de plancha de acero para la caperuza del horno está perforado con un diámetro unos 5 cms. mayor que el del extremo del horno, y se mueve libremente entre dos anillos de hierro angular que están remachados a la cubierta del horno. La circunferencia exterior del anillo de cierre se adapta sencillamente a un anillo de hierro angular remachado a la caperuza del horno. Es evidente que el extremo del horno podrá desencajarse mucho o desplazarse longitudinalmente sin que el dispositivo pierda su eficacia.

Pérdidas de combustible en los hornos primitivos: Resumen.

En Inglaterra, los primeros hornos rotatorios, especialmente por vía húmeda, tenían aproximadamente 30 m. de longitud. Ya hemos visto que a causa de las excesivas entradas de aire por los anillos de cierre y del escaso paso para el aire circulante entre el horno y el enfriador, el calor del clinker que salía del horno era casi completamente desperdiciado. Las entradas de aire frío por las rendijas eran igualmente causa de grandes pérdidas. Debido a la gran altura de las chimeneas de ladrillo empleadas, y al tiro que en consecuencia se originaba en la caperuza del horno, las entradas por el anillo de cierre hacían que en muchos casos el aire empleado para la combustión estuviese en exceso hasta del 40% y 50%. Este exceso de aire aumentaba tanto la cantidad como la temperatura de los gases de escape, y por consiguiente la pérdida de calor

con dichos gases. Por consiguiente, debido a las causas indicadas y a otras que mencionamos más abajo, el consumo de carbón corriente en los primitivos hornos de via humeda de 30 m. de largo solía ser de 34 a 38%.

Desde aquella época, la principal reducción del consumo de carbón en los hornos de una longitud de 30 a 75 m., no ha sido consecuencia del aumento de longitud, sino de otras causas, de las que podemos resumir las más importantes en la forma siguiente:

a). Mejor recuperación del calor del clinker que sale del horno.

b). Reducción del exceso de aire usado para la combustión, al 5% poco más o menos.

c). La mejora gradual de ciertos detalles mecánicos del horno, del enfriador y de la instalación auxiliar. De ahí que hoy día se consiga mucho más fácilmente el funcionamiento continuo, y que se consuma menos carbón en calentar y recalentar el horno.

d). Los hornos más largos, de diámetro proporcionalmente mayor, presentan la ventaja de que en ellos los anillos de clinker tienen menor probabilidad de persistir. En los hornos de diámetros menores, y con materiales relativamente bajos en sílice, los anillos de clinker ocasionaban paros frecuentes, cuyo efecto era aumentar el consumo de carbón y disminuir la producción de clinker.

Referencias a los Grabados.

Fig. 1 (véase pág. 41) A, horno rotatorio; B, zona de clinkerización ensanchada; C, enfriador rotatorio, D, caperuza del horno; E, tubería del mechero de carbón; F, vertedor de ladrillo refractario para el clinker; G, plataforma del calcinador; H, depósito de alimentación de la pasta; J, tubería de alimentación de la pasta en el horno; K, transportador de bandejas para el clinker enfriado; L, conductos de humos del horno; M, registro regulador; N, chimenea, de 45 m. de altura.

Fig. 2 (véase pág. 44) A, depósito de alimentación de pasta; B, tamiz de alambre; C, tubería de alimentación de pasta procedente de las bombas; D, tubería de rebosadero a los mezcladores; E, orificio de salida y válvula corredera; F, palanca de maniobra y sector graduado; G, vertedor de descarga; H, recipiente medidor de la pasta; I, tapón de madera con mango; J, receptor del rebosadero; K, tubo de alimentación de pasta al horno.

Fig. 3 (véase pág. 46). A, depósito de alimentación de la pasta, en dos compartimientos; B, tubería de alimentación de la pasta; C, abertura del rebosadero; D, cucharas de pasta; E, tambor central que vierte la pasta a otro compartimiento del depósito; F, nivel normal de la pasta; G, borde de la abertura del rebosadero; H, regreso de la pasta a los mezcladores; I, tubería de descarga de la pasta en el horno.

Fig. 4 (véase pág. 47). A, tolva del carbón pulverizado; B, puerta corredera; C, tornillos alimentadores de carbón, en número de dos; D, caja cilíndrica para cada tornillo; E, pieza de fundición en forma de eyector o venturi para la alimentación de carbón; F, tubería del mechero de carbón del horno.

Fig. 5 (véase pág. 49).

Fig. 6 (véase pág. 50). A, horno rotatorio; B, caperuza del horno; C, enfriador; D, vertedor de hierro para el clinker; E, caperuza del enfriador; F, tubería de aspiración del ventilador del mechero del carbón; G, anillos de cierre de la caperuza del horno; H, anillos de cierre de la caperuza del enfriador; I, compuerta de descarga para los residuos.

Fig. 7 (véase pág. 53). A, horno rotatorio; B, caperuza del horno; C, enfriador; D, vertedor de ladrillos refractarios para el clinker; E, soportes de barras de hierro para sostener la obra de refactarios; F, anillo de cierre de la caperuza del horno; G, anillo de cierre de la caperuza del enfriador; H, aliviadero para el clinker.

Nueva fábrica de G. & T. Earle, Ltd., en Hope, Inglaterra.

RECIENTEMENTE se puso en marcha la fabricación de cemento Portland en la nueva fábrica de los Sres. G. & T. Earle, Ltd., de Hull, Inglaterra. La localidad elegida ha sido Hope, en Derbyshire. Sin duda interesará un breve resumen de los puntos de donde ha arrancado la práctica adoptada, y de las nuevas ideas (por lo que respecta a la Gran Bretaña) que se están ensayando.

Por primera vez se ha adoptado el uso de una machacadora giratoria para la trituración fina en una fábrica de cemento. Los gases de salida son conducidos directamente hacia ventiladores colectores de polvo. En toda la fábrica solamente se han dispuesto tres elevadores, uno de los cuales transporta el carbón desde los vagones del ferrocarril hasta las tolvas de almacenaje, el segundo sirve para el almacenaje del carbón fino, y el tercero recoge el polvo que procede de los ventiladores del tiro inducido del horno, para llevarlo nuevamente al horno. Los procesos de trituración, molturación, alimentación de pasta en el horno y preparación de la arcilla se realizan todos sin la ayuda de un elevador de cangilones. No hay ninguna vía para poner en comunicación la cantera de arcilla con los tanques desleidores. La arcilla se extrae directamente por una excavadora de cable, que desde la cantera la lleva directamente a un molino desleidor; desde éste es llevada luego al depósito de almacenaje por medio de bombas.

La fábrica ha sido proyectada para una producción de cemento de 3,200 t. por semana, y se han previsto para ella nuevas ampliaciones. Al visitar la localidad, llama inmediatamente la atención la índole ondulada del terreno, y se comprende que el plano de las canteras y de la fábrica haya sido en gran manera determinado por el relieve del terreno. El piso de las canteras está a 268 metros por encima del " ordnance datum," la fábrica propiamente dicha

termina con el molino desleidor de arcilla a 175 m. O.D., y así resulta que hay una diferencia de 93 m. entre los niveles superior e inferior de aquélla.

La cantera.—La caliza, es de calidad superior, casi libre de humedad, y contiene 97% de carbonato cálcico. Durante la construcción de la fábrica se preparó un frente de canteras de unos 200 m. de largo, para trabajar por grandes voladuras. Poco antes de comenzar la fabricación se terminó la perforación de este frente, y en una sola vez se extrajeron unas 30,000 toneladas de caliza, que fué arrancada y reducida a tamaño a propósito para ser recogida por una pala eléctrica. Los barrenos, abiertos con perforadoras construídas por la misma compañía, tenían 15 cms. de diámetro por unos 10 m. de profundidad, y fueron explosionados todos a la vez.

La caliza, ya partida, se recoge con una pala eléctrica, cuya cuchara es de una capacidad de 2.5m³, y que va sobre ruedas de oruga para trasladarse de un punto a otro. El movimiento del brazo se realiza por medio de un mecanismo cerrado que funciona mediante un motor independiente; de hecho, para cada movimiento se ha dispuesto un motor independiente. Un motor de 110 C.V. realiza la elevación, mientras que el movimiento del brazo y el desplazamiento tienen respectivamente, motores de 40 C.V. cada uno. Cada uno de los tres movimientos es controlado por un panel de stator de tipo de contactor inversor separado, con enclavamientos mecánicos y eléctricos y relevadores de sobrecarga. Reguladores principales, provistos de palancas a mano verticales, accionan estos contactores, habiéndose dispuesto una protección bipolar de sobrecarga en todos ellos. Los embragues son accionados neumáticamente con un esfuerzo mínimo por parte del operador. Los controls dispuestos protegen completamente los motores, que pueden estar enrayados durante bastante tiempo sin deteriorarse.

Las dos locomotoras eléctricas, usadas para transportar la caliza desde el frente de la cantera al local de las machacadoras, van accionadas cada una por dos motores de 27 C.V., y son capaces de remolcar una carga de 50 toneladas por la rampa más fuerte admitida en las canteras que es del 2 por 100, a una velocidad de 16 kms. por hora. La corriente es continua y la captan dos zapatas colectoras, que están en contacto con un tercer carril, situado en el centro de la línea. La corriente trifásica a 400 volts es convertida en corriente continua a 250 volts con retorno por tierra, para suministrar la energía necesaria para estas locomotoras. Para transportar la caliza al local de machacadoras, se utilizan vagones de acero de ancho de vía normal, y de una capacidad de 5.3m³.

En el local de las machacadoras se ha instalado la mayor machacadora de mandíbulas conocida hasta ahora en Inglaterra, de una abertura de 1.80 x 1.20 m., y que pesa unas 133 toneladas. Puede recibir bloques de piedra de 5 toneladas de peso y reducirlos a un tamaño de 15 cms., siendo su producción de unas 250 toneladas por hora. Esta machacadora es accionada por un motor de 250 C.V., y la piedra machacada pasa a una segunda machacadora del tipo de cono giratorio. Esta última machacadora se diferencia del tipo normal de machacadoras giratorias en que va a una velocidad mucho mayor (unas 450

r.p.m.), y el cono está aplanado hacia la base. En la machacadora giratoria corriente el tamaño mayor de piedra que puede admitirse queda determinado por la distancia entre el cono y su caja en su punto más ancho. En esta machacadora para material fino, sin embargo, el cono aplanado y la gran velocidad retardan la salida del material machacado, cuando menos por el término de una revolución completa del molino. Esto da como resultado que el tamaño mayor de la piedra queda regulado por la distancia entre el extremo pequeño del cono y la armadura, y no por el lado abierto. La presión del machacado es absorbida por unos cuarenta resortes en espiral, cuya tensión (y con ella el tamaño del producto machacado) puede graduarse estando la máquina en marcha. El peso de esta machacadora es de unas 50 toneladas, y su producción de unas 225 toneladas por hora, cuando se machacan bloques de 30 cms. hasta dejar la piedra a 1 cm. Es la mayor machacadora de su tipo existente en Inglaterra.

Hay un desnivel de 60 m. en la falda de la colina desde la entrada de la machacadora de mandíbulas hasta la parte superior de los silos de caliza, y ha debido prestarse atención a este punto. Desde la explanada de la cantera hasta la machacadora de mandíbulas, la piedra desciende unos 8.50 m., y desde allí hasta la entrada de la machacadora secundaria cónica, un transportador de correa de 100 m. de largo por 1 m. de ancho baja la piedra una distancia de 18 m., hasta llegar a la machacadora cónica. El descenso final, cuesta abajo por la colina, se realiza por un conducto, en el que se han dispuesto sólidas cadenas, con el fin de retardar la marcha de la piedra, antes de que llegue a un transportador de correa, que la lleva hasta el silo de caliza. Este silo está hecho de hormigón armado, teniendo una capacidad de 2,000 toneladas de piedra, y desde dicho punto, la caliza machacada es conducida directamente a las mesas de alimentación de dos molinos combinados, de 11 m. por 2.20 m. de diámetro, accionado cada uno por motores auto-sincrónicos, de 650 C.V., mediante un reductor de engranaje.

Los molinos de crudo, lo mismo que los molinos de vía seca mencionados más adelante, son accionados directamente, con interposición de un reductor de engranajes, por medio de un acoplamiento y árbol fijos y centrados al molino con su eje, prescindiendo así del piñón y corona dentada, corrientemente empleados en los molinos tubulares.

La pasta de los molinos de crudo pasa por un tamiz vibratorio accionado mecánicamente por un motor, tamiz que separa los granos de tamaño excesivo antes de que la pasta pase a las bombas centrífugas que la transportan a los depósitos de almacenaje.

El almacenaje de pasta se realiza en cinco depósitos de hormigón armado, de una capacidad de unos 480 m³ cada uno. Estos silos no tienen sistema de agitado mecánico, pero, en cambio, están provistos de dispositivos mezcladores por aire comprimido, con auxilio de tuberías fijas situadas al fondo de cada depósito.

Tratamiento de la arcilla.—En el banco de arcilla se encuentra un molino desleidor de 6 m. de diámetro, provisto de un motor de 104 C.V., que deslíe la

arcilla a razón de 60 toneladas por hora Desde dicho punto la arcilla es transportada por bombas de émbolo zambullidor hasta la fábrica.

La arcilla se extrae por medio de una excavadora de cable, que tiene una cuchara de 2 25 m^3, y es capaz de dar unas 60 toneladas por hora, con una longitud máxima de arrastre sobre el cable aereo de 250 m La energia para esta excavadora la suministra un motor de 150 C V , y trabajando un turno por día, suministra cantidad suficiente de arcilla para toda la producción de la fábrica

Desde los desleidores de arcilla, la pasta se transporta por medio de bombas a una distancia de 700 m , donde se halla la fábrica, y allí se la almacena en dos depositos de arcilla, que tienen cada uno cabida para 620 toneladas de pasta Desde dichos depositos, la pasta baja por su propio peso, a traves de una valvula de flotacion, hasta un tanque medidor, y allí dos ruedas de cangilones con velocidad regulable suministran dosis ya medidas a los molinos, a los que tambien desciende la pasta por su peso Es interesante la forma como se mantiene constante el nivel de la pasta en el depósito de medición, por medio de una valvula de flotador El flotador, en lugar de actuar directamente sobre la valvula, va provisto de un mecanismo contactor y de un pequeño motor que hace girar hacia atras y hacia adelante la rueda de la válvula, segun fuere la presión variable existente en el depósito de arcilla y la demanda de los molinos

Sala de hornos.—En la sala de hornos se han montado dos hornos, y los molinos de carbón Los hornos tienen 84 m de largo por 2 60 m de diámetro, con zonas de clinkerizacion ensanchadas, de 14 m de largo por 3 15 m de diámetro, cada horno tiene una capacidad productora normal de unas 10 toneladas de clinker por hora Los enfriadores son del ultimo modelo, y están formados por doce enfriadores integrales, dispuestos alrededor del horno Estos enfriadores contienen gran cantidad de guirnaldas de cadena en su interior, para que, a medida que gire el horno, vayan sumergiendose alternativamente en el clinker, y adquieran parte de su calor, que luego transmiten al aire frío entrante, cuando la rotacion del horno las vuelve a separar del clinker caliente

Desde los hornos, el clinker cae sobre un transportador de correa de material especial, capaz de resistir altas temperaturas Este transportador lleva el clinker a un pequeño deposito, que se vacia a intervalos frecuentes por medio de una grua y una cuchara prensora, que vierte el clinker en un depósito de una capacidad de 3,350 toneladas, situado a nivel del suelo

En la sala de hornos, detras de la plataforma del calcinador, se ha dispuesto la instalación de molturación del carbón Consiste en molinos combinados de bolas y refinos tubulares, por los cuales pasa el aire caliente de los enfriadores de clinker, combinando así la operación de desecación con la de molturación, y suprimiendo la necesidad de un secador especial para el carbón El carbón se separa del aire caliente por medio de un ciclón, siendo elevado hasta silos de almacenaje de carbón fino, de este modo se pueden parar los molinos de carbón a intervalos, para su reparación, así como hacer que marchen a plena carga, cuando el consumo del horno es mayor que la capacidad productora del molino de carbón correspon[illegible]

El carbón llega a la fábrica en vagones de ferrocarril, que son llevados hasta un volcador, desde donde el carbón es elevado a silos de carbón de hormigón armado, a razón de 120 toneladas por hora. El mismo volcador se emplea también para descargar la piedra de yeso a granel, habiéndose dispuesto al efecto un transportador paralelo.

Molturación.—La sección de molturación de esta fábrica se halla instalada en un espacioso local, que contiene los molinos de crudo y de clinker. El local se halla dividido por un muro de división, a uno de cuyos lados se hallan los cuadros de interruptores de alta y baja tensión, junto con los reductores y motores, que están acoplados a todos los molinos. Un eje de pequeña velocidad para cada molino pasa a través de la pared, hasta la sala de molinos adyacente, donde también se hallan dispuestas las bombas para al transporte, tanto de la pasta cruda como del cemento acabado.

Molinos de cemento.—Estos molinos (en número de dos), son similares a los molinos de crudo de 11 m. por 2.20 m. de diámetro, pero van acoplados a motores auto-sincrónicos de 750 C.V., que trabajan a una tensión de 3,000 volts. Desde los molinos de cemento, éste es transportado a los almacenes mediante un sistema neumático por una tubería de 100 m. de largo y 10 cm. de diámetro. La altura vertical a que se eleva el cemento hasta el silo, mediante esta tubería, es de 22 m., y para suministrar la energía necesaria para el sistema, se han dispuesto cuatro compresores rotatorios, de una capacidad de unos 15 m^3. cada uno, a una presión de 2.8 kg. por cm^2.

El cemento, desde los molinos, va a parar a uno u otro de dos depósitos provistos de una válvula de flotador, que funciona por acción del nivel del cemento en el depósito. Al abrirse dicha válvula, se admite aire en el depósito, lo que hace que el cemento sea impelido hacia el silo; entre tanto, el otro depósito se llena de una manera similar.

Almacenaje de cemento.—Se han dispuesto seis silos de hormigón armado, de una capacidad de 1,500 toneladas cada uno, estando uno de ellos dividido en compartimientos para calidades especiales de cemento en pequeñas partidas. El envasado se realiza automáticamente, implicando el uso de sacos con válvula. Estos sacos se suspenden del platillo de la máquina pesadora, y cuando han recibido el peso debido de cemento, son descargados automáticamente por la máquina, y caen sobre un canalizo adecuado, que los carga en vagones de f.c. o en camiones.

Por encima de las máquinas pesadoras se ha dispuesto una tolva especial de almacenaje de cemento, provista de brazos mezcladores, a manera de un mezclador de pasta. Una inyección continua y reducida de aire comprimido en la tolva da fluidez al cemento, y le permite correr fácilmente por su propio peso hasta los sacos.

Suministro de energía.—Al objeto de suministrar energía a la fábrica, se ha hecho llegar desde las cercanías de Sheffield una línea aérea doble, a una tensión de 33,000 V., para prevenir la posibilidad de que una línea fallara, en cuyo caso puede utilizarse la otra, a fin de mantener el debido suministro de fuerza.

Los motores de más de 150 C V. funcionan a 3,000 volts, y para los motores de 150 C.V. o menos se ha adoptado una tensión de 400 volts. La distribución de energía se realiza por medio de cuatro sub-estaciones.

Los grabados están dispuestos como sigue Fig. 1 (véase pág. 55), vista general; fig 2 (véase pág 56), plano general; fig 3 (véase pág. 57), los hornos rotatorios, vistos mirando hacia los enfriadores; fig. 4 (véase pág. 58), los hornos rotatorios, vistos desde el piso de combustión; fig. 5 (véase pág 59), machacadora de mandíbulas, de 1.85 m por 1.22 m; fig. 6 (véase pág. 60), alimentación de la machacadora de mandíbulas; fig 7 (véase pág. 61), machacadora de cono, fig 8 (véase pág 62), dos motores auto-sincrónicos, de 650 C V, con reductor de engranaje, que accionan los molinos de pasta; fig. 9 (véase pag 63), cuadro principal de aparatos, y transformadores de 3,000/400 volts; fig 10 (véase pág 64), una de las máquinas ensacadoras; fig 11 (véase pág 65), excavadora de cable (capacidad 4 toneladas), fig 12 (véase pág 67), vista de la cantera

Los metodos de ensayo del cemento.

por el DR. G. HAEGERMANN.

(Director del Laboratorio de la Asociación de Fabricantes Alemanes de cemento Portland—de Berlin-Karlshorst)

EL objeto del ensayo del cemento es la evaluación de las cualidades relacionadas con su empleo práctico y la posibilidad de una exacta comparación de calidades, mediante la ejecución de ensayos, aun siendo éstos efectuados en distintos laboratorios Las cualidades que principalmente conviene determinar en el cemento son la estabilidad de volumen, el tiempo del fraguado y la resistencia Junto a ellas, pero ya con importancia secundaria, hay la finura de molido, la densidad aparente y el peso específico; puesto que ni estas últimas cualidades, ni la composición química, permitirían formarse un juicio o criterio exacto acerca del valor práctico de un cemento La experiencia ha enseñado que la estabilidad de volumen y el tiempo de fraguado conviene que sean ensayados en probetas de pasta pura de cemento; en cambio, la resistencia es mejor ensayarla en probetas de mortero, preparadas con cemento, agua y arena

Para la determinación de la estabilidad de volumen, existe una perfecta concordancia entre las prescripciones de los Pliegos de Condiciones o Normas de todos los países

La estabilidad de volumen se ensaya manteniendo una galleta de cemento en agua fría, a bien de manera acelerada, mediante la prueba de Le Chatelier, o la prueba a la ebullición, según Michaelis.

Los métodos denominados " acelerados " son en parte más enérgicos y en parte más débiles que los ensayos por conservación de las probetas en agua fría. Numerosos y circunstanciados ensayos han permitido demostrar que un cemento,

aún no resistiendo la prueba acelerada, puede ser, sin embargo, un cemento perfectamente estable de volumen, desde el punto de vista practico. En el laboratorio de la Asociación de fabricantes alemanes de cemento Portland de Berlin-Karlshorst existen fragmentos de cementos que no resistieron los ensayos acelerados y que, no obstante, llevan 33 años resistiendo irreprochablemente la acción de los elementos, en obras a la intemperie. Por otra parte, los ensayos acelerados no ponen de manifiesto la expansión debida al yeso. La objeción, con frecuencia planteada, de que los métodos de ensayo acelerado no corresponden a la forma de aplicación del cemento en la práctica, tiene indudablemente un fondo de razón, y aunque no puede dejarse de reconocer que los ensayos acelerados pueden ser útiles para establecer un dictamen provisional de la estabilidad de volumen, para poderse formar un juicio definitivo de la misma, es más conveniente ver el modo de conducirse de las probetas mantenidas en agua fría.

La determinación de los plazos de fraguado se efectúa, en general, con el aparato de Vicat. Desde hace ya muchos años, se está tratando con interés de substituir ese aparato por otro, que pueda registrar mecánicamente los plazos del fraguado; pero, por ahora, todos los aparatos propuestos han resultado poco satisfactorios.

El ensayo del fraguado debe proporcionar datos acerca del intervalo de tiempo, durante el cual puede ser manipulado un mortero o un hormigón (empezando a contar desde el instante de su preparación) sin que sus resistencias ulteriores sufran menoscabo alguno. Las prescripciones relatives a la calidad comprenden, por consiguiente, normas sobre el principio del fraguado. Es, pues, misión del ensayo comprobar si el principio del fraguado corresponde o no a lo prescrito, y desde este punto de vista, el aparato de Vicat es adecuado.

En tanto que el principio del fraguado equivale idénticamente al comienzo de la reacción que lo produce, sucede, en cambio, que el fin del fraguado es un límite que viene a establecerse de una manera bastante arbitraria, y que, además, caracteriza un cierto grado de endurecimiento, de una importancia sólo relativa. Por esta razón, en la mayor parte de los Pliegos de condiciones no se han introducido prescripciones relativas a la duración del fraguado; y en los que las contienen, podrían ser substituídas, sin inconveniente alguno, por prescripciones de resistencias a plazos cortos.

Entre las métodos de determinación de la estabilidad de volumen y del tiempo de fraguado en los diversos países, existe excelente concordancia, cosa que no ocurre cuando se trata de los métodos para determinar las resistencias.

Lo más sencillo sería, indudablemente, determinar las resistencias sobre probetas endurecidas de pasta pura de cemento, preparadas con dosis bien determinadas de cemento y agua. Pero tal procedimiento no permite deducir consecuencia práctica alguna acerca de la llamada resistencia con arena. En la práctica, el cemento debe ser aplicado mezclado con arena o con algún material similar; el empleo de morteros con poco material inerte es defectuoso. Lo que se hace en la práctica, debe traducirse también en disposiciones adecuadas

que lo tengan en cuenta, al hacer el ensayo del cemento en el laboratorio. Ahora bien, como el ensayo de probetas de pasta pura de cemento no da resultados utilizables en la practica (y la experiencia asi lo ha demostrado), se han llevado a cabo análogas observaciones en los ensayos de morteros con arena normal, especialmente cuando se trata de cementos de resistencia especial, como ocurre en el caso de los cementos naturales, por ejemplo En otros terminos, se puede decir que el metodo de ensayo, ordinario y corriente en la actualidad, sólo es apicable a cementos cuyo proceso de fabricación esté bien determinado, como, por ejemplo, los cementos Portland

En los Pliegos de condiciones de la mayor parte de los paises se tiene en cuenta esa circunstancia, hasta el punto de ser la "definición" uno de los punto esenciales de aquellos Pliegos D B Butler, en una conferencia sobre los "Nuevos Perfeccionamientos en la fabricación del cemento"[1] dijo que la prueba con probetas de pasta pura debe ser conservada, pues hay calidades de cementos Portland que en el ensayo con probetas de mortero darían muchas veces satisfactorios resultados y que, en cambio, dan valores relativamente bajos al ser ensayados en forma de probetas de pasta pura Este fenómeno, ciertamente, ocurre a menudo, pero la prueba con mortero normal, sin embargo, tampoco da indicacion alguna acerca del resultado que el material dara cuando se emplee amasado con arena de grano mezclado y alta dosis de agua Es necesario esperar aun el resultado de nuevos ensayos antes de poder afirmar si será posible encontrar un metodo de ensayo apropiado para el examen y calificación de toda clase de cementos, y de sus procedimientos de fabricación

Para lograr resultados comparables en el ensayo del cemento Portland sobre probetas de mortero, es preciso partir de la base de que se determinen con precisión la clase de arena, la dosis de agua, el grado de consistencia, las proporciones de la mezcla, la forma del mezclado, el molde y su preparación, la clase de curación o conservación, y la edad o tiempo de la probeta que se va a ensayar La modificación de alguna de esas constantes trae, como consecuencia, que se modifique tambien el resultado del ensayo

Existe una marcada concordancia entre los Pliegos sobre la curación y los plazos de ensayos de las probetas Nada hay que objetar contra la curación en agua de 15 a 18° C (despues de mantener 24 horas las probetas en aire húmedo), ni contra la denominada curación o conservación combinada (1 día en aire húmedo, 6 dias en agua, y 21 días al aire de la habitación) Estas pruebas, así definidas, han dado siempre buenos resultados, y no es aconsejable modificarlas.

Las prescripciones relativas a los plazos o edades de las probetas son diferentes según los Pliegos, ya que, mientras unas exigen únicamente los ensayos a 7 y 28 días, otras prescriben tambien los ensayos a 2 y 3 dias, y en Austria se han adoptado como exclusivos los plazos de ensayo propuestos por Spindel, a 2 y 7 dias (suprimiendo el ensayo a 28 días)

El ensayo de los morteros a plazos cortos se ha hecho necessario, a causa, especialmente, de los cementos de alto valor, cuya característica más particular

[1] "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 1929, No 2, Pag 62 al 64

es una resistencia inicial más elevada que la que dan los cementos comerciales ordinarios (circunstancia de especial importancia para su aplicación a la construcción). Es, además, conveniente, para poder dictaminar rápidamente acerca de la calidad de un cemento. Es indiferente escoger el plazo de ensayo de 2 días o el de 3; en Alemania se ha preferido el ensayo a 3 días, porque los resultados están sujetos a menores fluctuaciones que los del ensayo a 2 días. Sin embargo, se ha querido conservar, además, el ensayo tradicional a 28 días, para poder tener, así un dato más seguro, relativo al incremento progresivo de la resistencia, dato que es también necesario para poder establecer un juicio relativo a la calidad del cemento.

La determinación de las resistencias se lleva a cabo, ya sea únicamente en ensayos a la tracción, ya en ensayos a la tracción y a la compresión. Ambas pruebas, a la tracción y la compresión, sirven para suministrar indicaciones acerca de las diversas cualidades del cemento, ya que no se ha podido comprobar ninguna relación segura entre ambos tipos de resistencias. En la práctica, se ha visto que los resultados de las pruebas a la tracción presentan fluctuaciones mucho mayores, siendo ésta la razón que se ha tenido en cuenta en Alemania para suprimir la prueba a la tracción o para substituirla por otra prueba más adecuada. Además, el hormigón, en las obras, raras veces trabaja a la tracción, siendo solicitado normalmente a la compresión y a la flexión, por lo que la resistencia del mortero que más conviene especificar es la resistencia a la compresión. Debería prestarse, pues, el máximo interés, al ensayo a la compresión, y en el caso en que, además, se deseasen datos acerca de algún otro tipo de resistencia, se podría reemplazar la prueba a la tracción por la llamada prueba a la flexión (prismas), dado que las resistencias a la tracción y a la flexión proporcionan valores, que resultan ser proporcionales. No debe dejarse sin mencionar que, respecto a la prueba a la flexión, no se han recogido todavía suficientes datos para poder garantizar con seguridad la confianza que merecen sus resultados. Según los ensayos realizados hasta la fecha, las fluctuaciones de los resultados parecen quedar comprendidas entre límites más estrechos que en el caso del ensayo a la tracción.

La dosificación de los morteros, estipulada en todos los métodos de ensayos, de una parte de cemento por tres de arena normal, es adecuada y ha dado buenos resultados; es inútil, pues, insistir sobre dicho punto.

Notables diferencias se observan en la forma de efectuar la mezcla y amasado del mortero, y la preparación de las probetas. En unos casos, se prescribe que dichas operaciones se lleven a cabo con el auxilio de máquinas, y en otros casos, a mano. Tampoco existe unidad de criterio acerca del grado de compacidad que hay que dar al mortero al preparar las probetas. De ello resultan variaciones muy grandes en los resultados de los ensayos, cuando se emplean diversos precedimientos.

La preparación mecánica de la mezcla, y el apisonado mecánico, son preferibles a los métodos en que esas operaciones se hacen a mano, por eliminarse, así, las causas individuales de error. En general, para el mezclado y amasado mecánicos, se ha adoptado la amasadora tipo Steinbrück. El apisonada mecánico se efectúa con el aparato de martillos (tipo Böhme-Martens), o bien

con el mazo-pisón (tipo Klebe) Ambas máquinas pueden ser consideradas como igualmente aceptables, el aparato de martillos se ha popularizado más. Como con el mazo-pisón se realiza un mayor trabajo de apisonado que cuando se opera con el aparato de martillos, los resultados son también, como es natural, valores algo más elevados con el primero de ambos aparatos, sucediendo, además, que las resistencias en los plazos iniciales son las que resultan más influenciadas en dicho sentido Los esfuerzos realizados para llegar a la unificación internacional en lo que atañe al aparato apisonador no han dado, por ahora, resultado, ni existe, siquiera, la menor esperanza de que tal unificación pueda llegarse a conseguir

Cuando el ensayo se efectua, no con mortero de consistencia de tierra humeda, sino con mortero plástico, lo corriente es preparar las probetas a mano Para eliminar las causas de error inherentes al factor personal del operador el mortero conviene que sea elegido tan fluido que no pueda influir en los resultados el mayor o menor cuidado que se ponga en el trabajo de apisonado o apelmazado de la masa

Otra constante de los metodos de ensayo, cuya unificación internacional también tropezaria con grandes dificultades, es la de la arena normal Abstraccion hecha de los paises de la Europa Central y Septentrional, en los que se ha conseguido la adopcion de la arena normal alemana, casi en cada país del mundo se usa una arena propia y especial, cuyas composiciones granulométrica y quimica dependen de la clase de yacimientos de que se dispone en cada caso Varian tambien las prescripciones de las Normas relativas a los límites del tamaño de los granos En general, dichos limites se establecen con tan poco margen, que la arena resultante casi puede calificarse de arena de " grano uniforme " En los casos en que se han adoptado las arena de grano mezclado, estas se componen de varias fracciones que, por su parte, tienen también estrictamente delimitado el tamaño de su grano La arena normal de grano uniforme ha demostrado ser adecuada para los ensayos con morteros de consistencia de tierra humeda En los casos en que el ensayo deba ser afectuado a base de morteros de consistencia plástica, debe preferirse el empleo de una arena de grano mezclado La arena normal de grano uniforme no retiene suficientemente el agua del mortero, con lo cual las pérdidas de agua en los períodos iniciales influyen sensiblemente en los resultados A este fenómeno es a lo que hay atribuir, principalmente, las faltas de exito de los primeros ensayos efectuados con morteros de consistencia plástica Segun los experimentos de Féret, el empleo de una arena de grano mezclado, con proporción suficiente de granos finos, es una de las condiciones primordiales para conseguir resultados comparables en los ensayos con mortero plástico Nuestras propias investigaciones nos han permitido confirmar los resultados de Féret

La dosis de agua para el mortero, en la mayoria de los métodos de ensayo, está calculada de manera que los morteros resulten con una consistencia de tierra humeda, sólo en excepcionales casos, se prescriben dosis mayores de agua, capaces de producir morteros blandos o plásticos (Estados Unidos de la América del Norte, Francia y Suiza)[1]

[1] Tan sólo para la prueba a la flexión

La mayor o menor dosis de agua se determina, en general, por el grado de consistencia, averiguando primero la dosis necesaria de agua para la pasta pura (aparato de Vicat), o mediante la observación del momento en que empieza a rezumar agua del molde, durante el apisonado de las probetas con el aparato de martillos o con el mazo-pisón.[2] Ambos procedimientos constituyen una de las causas de que los resultados de ensayos efectuados en distintos laboratorios y puntos de investigación ofrezcan diferencias notables. El mortero de consistencia de tierra húmeda resulta inadecuado, por su misma índole, para la apreciación de su verdadero grado de consistencia, por cuyo motivo se empieza ya por fijar, de antemano, la dosis de agua a base de la pasta pura de cemento. Esta determinación sería mejor que se hiciera, no obstante, sobre el mismo mortero, preparándolo a base de una arena de grano mezclado y una mayor dosis de agua. En tanto se ensayen morteros de consistencia de tierra húmeda, el no tener en cuenta la dosis precisa de agua equivale a una fuente de pequeños errores, siendo ésta la causa de que en el método alemán de ensayos se haya alegido una dosificación de agua igual para todos los cementos.

Se objeta al uso de morteros con consistencia de tierra húmeda, que resultan de consistencia más seca que los usualmente empleados en el hormigón armado, y que el trabajo de apisonado es, proporcionalmente, mucho mayor en la preparación de las probetas que en la práctica de la construcción. Esta objeción no es del todo infundada, habiéndose trabajado con interés en muchos países para lograr efectuar los ensayos con morteros plásticos, en lugar de hacerlo con morteros de consistencia de tierra húmeda. Puedo mencionar, por ejemplo, los trabajos de la antigua " Liga Internacional para el ensayo de materiales industriales " que, durante más de veinte años se han llevado a cabo bajo el estímulo de R. Féret (Boulogne-sur-Mer), y según un plan de ensayos redactado por Schüle (Zürich); así como los de los proyectos de R. Féret y M. Ros (Zürich) en ocasión del Congreso Internacional de Amsterdam (1927).

Más adelante hemos de insistir más detalladamente acerca de los resultados ya obtenidos con el ensayo de morteros plásticos.

Se deja sentir, de manera muy general, y en campo muy extenso, la conveniencia y el deseo de una unificación internacional del método de ensayo. Para la determinación de la estabilidad de volumen y de las circunstancias del fraguado, ya existe una notable concordancia de procedimientos; no ocurre lo propio, en cambio, con la determinación de las resistencias. Hay que empezar, desde luego, por eliminar las divergencias fundamentales de opinión acerca de las probetas y de su preparación; pero, aunque en ese punto se llegase a la unificación, siempre quedaría existente una cierta variedad en los métodos de ensayos, que es la de la arena. Sería, sobre todo, ya un gran adelanto hacia el establecimiento de un método único de ensayo, el que se pudiese llegar a un acuerdo unánime acerca del tipo de probetas, y sobre las Normas para su preparación.

Hasta ahora los distintos idiomas constituían un considerable obstáculo para el intercambio de opiniones. Gracias a esta Revista, editada en cuatro idiomas,

[2] El agua debe rezumar entre los 90 y los 110 golpes.

tal obstáculo va a ser rodeado, y sería sumamente satisfactorio que se dedicase en ella el mayor número de páginas posible a los fundamentales cuestiones del ensayo de cementos, dado que la adopción del ensayo en mortero plástico, que tan gran interés ha despertado en la actualidad, en muchos países, nos ofrece una excepcional oportunidad para la instauración de un método de ensayos unificado

SARATOGA
Po Box Lutterworth (WB)

El fraguado y endurecimiento de los cementos.

por el PROFESOR C. H. DESCH, F.R.S.
(DE LA UNIVERSIDAD DE SHEFFIELD, INGLATERRA)

La resistencia de un mortero u hormigón se determina por las reacciones que tienen lugar entre el cemento y el agua con que se le amasa. A fin de obtener mejores propiedades de los cementos es necesario, por lo tanto, entender las reacciones que se efectúan en los procesos de fraguado y endurecimiento. Ya en 1856 A. Winkler indicó que el cemento se hidrolizaba por acción del agua, convirtiéndose en cal libre, y los compuestos de la cal con la sílice y la alúmina que se pueden formar en reacciones por vía húmeda. En 1887 Henry Le Chatelier probó que las reacciones, efectivamente, se realizaban en dicha forma, y mediante estudios químicos y microscópicos cuidadosos identificó algunos de dichos productos. Comparando el proceso con el fraguado del yeso de París, dedujo que la resistencia de la masa después del fraguado era debida al entrelazamiento de hacecillos de cristales. Sus observaciones se hicieron por la mezcla del cemento o de los componentes individuales que se suponía formaban parte integrante del cemento, con un exceso de agua u otros reactivos sobre una placa de vidrio, y examinando los cristales que se iban formando en el transcurso del tiempo.

No quiere esto decir, sin embargo, que cuando la dosis de agua empleada sea menor las reacciones tengan lugar exactamente de la misma manera. En 1893, cuando acababa de despertarse el interés de los químicos por las propiedades de las substancias coloides, W. Michaelis planteó la idea de que el principal producto de la acción del agua sobre el cemento no era un compuesto cristalino, sino una masa coloidal de composición variable, cuya base pudiera ser un sencillo silicato de cal hidratado. Siendo los aluminatos los primeros que se descomponen por acción del agua, puede producirse un aluminato más sencillo, en forma cristalina, si la cantidad de agua es suficiente, o como masa gelatinosa si el agua está presente en dosis más reducida. Los silicatos del cemento siguen entonces el mismo proceso.

Un examen cuidadoso del modo de conducirse los cementos en el agua, verificado al microscopio, presta mucho apoyo a esta hipótesis. Las partículas de cemento se hinchan, recubriéndose de una capa gelatinosa en la que aparecen posteriormente pequeños cristales. El endurecimiento que se produce cuando el exceso de agua ha sido eliminado puede ser debido, en parte, al entrelazamiento de cristales, pero probablemente en mucha mayor escala a la desecación de la masa coloidal, que da un producto vítreo. Es cierto que

desde que se realizó dicho trabajo, la diferencia entre los coloides y las substancias cristalinas se ha vuelto menos absoluta, ya que los exámenes por medio de rayos X han probado que muchas substancias coloidales están realmente compuestas de cristales, aunque de tamaño muy diminuto. Hay sin embargo todavía una diferencia tan patente entre los cristales de tamaño apreciable y los coloides, que podemos muy bien seguir manteniendo la distinción.

La descomposición de los componentes del cemento por el agua, que es una reacción del tipo conocido por los químicos con el nombre de hidrólisis, puede tener lugar gradualmente. Parte de la cal es eliminada en forma del hidróxido soluble, dejando un aluminato o silicato menos básico. Una nueva acción del agua puede eliminar mayor dosis de cal, y solamente se llega al final del proceso cuando el residuo consiste en sílice gelatinosa pura en un caso, o en alúmina gelatinosa pura en el otro. Al desaparecer el agua por la evaporación, la solución de cal se concentra, y parte de la cal puede volver a combinarse con los residuos ácidos Este proceso es lento, ya que los coloides van volviéndose menos reactivos a medida que van perdiendo agua.

Estos resultados los han obtenido distintos investigadores, y resulta evidente que es imposible representar los cambios que ocurren con el fraguado y endurecimiento del cemento por medio de una serie de sencillas ecuaciones químicas. Los productos deben variar de composición según las dosis de las substancias reactivas, de modo que el resultado de mezclar un mortero con agua de cal, por ejemplo, no puede ser el mismo que si se empleara una cantidad igual de agua destilada, ya que la hidrólisis en el primer caso no podria llegar a una fase tan avanzada. Y también, si se agrega un material puzolánico fino y activo, la cal puede entrar en combinación a medida que va desprendiéndose, favoreciendo así una reacción progresiva. Desde el punto de vista de la resistencia al fuego, y también a la acción de los disolventes químicos, tales como el agua del mar o las aguas estancadas, es conveniente que en el mortero u hormigón haya la menor cantidad posible de cal libre (hidróxido), estando compuesta la masa de silicatos y aluminatos que no sean excesivamente básicos. Esto puede obtenerse agregando materias puzolánicas o de otras maneras. Su importancia es innegable.

La más fina molturación de los cementos que se ha hecho ahora general, permite que las reacciónes tengan lugar con mayor rapidez y más completamente. Después que una partícula se ha recubierto de una capa gelatinosa la reacción subsiguiente debe tener lugar por la difusión a través de dicha capa, proceso que es relativamente lento. Si, al mismo tiempo, la masa está experimentando cambios tales que se vuelva dura e impermeable, la reacción termina, mientras dentro existe todavía un núcleo de material inalterado que ya no es accesible a la reacción. El cemento representado por dicho núcleo está desperdiciado, ya que representa únicamente el papel de la arena o cualquiera otro cuerpo inerte.

En los ulteriores estudios que se hagan sobre este asunto, merecerán especial atención la rapidez de difusión del agua y de los disolventes a través de dichas capas. La composición del clinker está ahora bastante bien conocida, pero el estudio combinado de los procesos de fraguado y endurecimiento ha hecho menos progresos, a pesar de lo mucho que se ha llegado a escribir sobre el asunto. El que suscribe cree que una investigación científica de esta parte de la química-física de los cementos ha de tener una influencia importante sobre el futuro progreso técnico.

Fábricas de cemento recientes.

REPRODUCIMOS fotografías de algunas de las instalaciones de producción de cemento más importantes, de las realizadas recientemente por los Sres. Vickers-Armstrongs, Ltd. Entre ellas pueden citarse doce hornos para el grupo más importante de fabricantes de cemento de Inglaterra; la instalación completa de la fábrica de cemento Holborough, en Kent, con una capacidad de 180,000 toneladas de cemento al año; la maquinaria productora de cemento servida a Eastwoods Cement Works, de Barrington, Cambs. (de una capacidad anual de 120,000 toneladas); el horno rotatorio y molino de la Commonwealth Portland Cement Co., de Australia; y también tres hornos rotatorios para la Synthetic Ammonia & Nitrates, Ltd. (filial de la Imperial Chemical Industries, Ltd.). Además, han suministrado varias instalaciones de trituración y molturación en distintos puntos del mundo.

Algunas de las instalaciones arriba citadas ofrecen interés especial, pues comprenden el horno rotatorio "Reflex" Vickers, provisto de un enfriador integral. Se han suministrado tres hornos de este tipo a la Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., y a la British Portland Cement Manufacturers, Ltd., teniendo cada uno de ellos 98 m. de longitud y el enfriador integral de un diámetro de 8 m. Se afirma que estos hornos son los de mayor volumen de todo el mundo. También se han servido dos hornos de este tipo a la Synthetic Ammonia & Nitrates, Ltd.

La Vickers-Armstrongs, Ltd., ha obtenido recientemente los pedidos siguientes: un horno rotatorio "Reflex" para la Katni Cement Works, de la India; un horno rotatorio "Reflex" para la Japla Cement Works, también de la India; tres hornos rotatorios de cal para Brunner Mond & Co., Ltd. Otro contrato reciente cubre una instalación completa para la Green Island Cement Works, de Hong Kong (de una capacidad anual de 100,000 toneladas). En este contrato se han adquirido dos hornos rotatorios "Reflex" provistos de enfriadores integrales, y creemos que éste es uno de los mayores pedidos solicitados jamás de una fábrica británica para el Extremo Oriente.

La Casa Vickers-Armstrongs, Ltd., ha realizado también una instalación especial de molturación para la Compañía Lafarge de Cemento Aluminoso, y ha suministrado una machacadora de mandíbula oscilante, de 1.83 m. por 1.22 m., a la nueva fábrica de cemento de la casa G. & T. Earle, Ltd., en Hope (Inglaterra). Esta última máquina se supone es la mayor construída en Europa, y en otro punto de este mismo número se dan plenos detalles acerca de la misma.

La fig. 1 (véase pág. 75) reproduce los hornos de la Johnson's Cement Works, de Kent; la fig. 2 (véase pág. 76), los mismos hornos por el extremo de enfriamiento; la fig. 3 (véase pág. 76), la machacadora de mandíbulas de 1.83 m. por 1.22 m. de la fábrica de cemento en Hope; la fig. 4 (véase pág. 77), los hornos de 2.75 m. por 3.40 m. y por 61 m. de largo, de la Eastwoods Cement Works, de Barrington; la fig. 5 (véase pág. 77), las mezcladoras planetarias de 18.25 m. de diámetro de la fábrica de Eastwood; la fig. 6 (véase pág. 78), un molino de cemento de 2.15 m. por 11 m., de la Commonwealth Portland Cement Co., de Australia.

Nueva fábrica Italiana de cemento.

La fábrica de cemento de la " Italia " Soc. Anon. Cementi Portland Artificiale, de Génova, es una fábrica moderna a la que se ha aplicado la experiencia de los últimos años con respecto a la instalación económica de fábricas de cemento.

Los proyectos y planos, como también el equipo mecánico, han sido suministrados por la " Miag " Muhlenbau- und Industrie Co., a excepción únicamente de alguna maquinaria especial. La fábrica está situada al pie de los montes Apeninos, cerca del puerto de Génova.

Las primeras materias son principalmente marga, que contiene 75% de $CaCO_3$. Se transporta por una distancia de 2 kms. hasta la fábrica por un cable aéreo que atraviesa varios valles. También se usa en pequeñas cantidades una caliza de alta dosis de cal (98%). Esta caliza se transporta hasta la fábrica por vía férrea desde dos canteras situadas a alguna distancia. Los materiales agregados para la corrección de la mezcla cruda, que consisten en piritas tostadas, lo mismo que el yeso y carbón, se transportan también a la fábrica por ferrocarril.

La marga, caliza y pirita tostada se almacenan al aire libre; el carbón, clinker y piedra de yeso se conservan bajo techado. La manipulación de todo el material se hace mediante dos grúas de cuchara prensora; una de ellas funciona a la intemperie, pudiendo girar 360°; la otra, que trabaja bajo cubierta, es del tipo corriente de grúa transportadora.

Se han instalado transportadores de artesa del tipo " Torpedo." El transporte del material de pequeño tamaño se realiza por medio de transportadores neumáticos y de correa. Todas las máquinas grandes son accionadas directamente por motores sueltos con reductores de engranaje. Relativamente, se emplean pocos grupos de motores, de modo que los accionamientos por transmisión y correa son limitados. Todos los molinos y los depósitos de crudo y de pasta están proyectados para el empleo tanto de la vía húmeda como de la seca.

El equipo mecánico consiste en dos hornos rotatorios, uno de 3.05 m. de diámetro por 61 de largo, y el otro de 3.30 m. de diámetro por 64 m. de largo, con una producción diaria de 600 toneladas. A causa de la escasez de agua, actualmente se emplea la vía seca.

La Fig. 1 (véase pág. 80) es un plano general de la fábrica; la Fig. 2 (véase pág. 81) es una sección de la fábrica; la Fig. 3 (véase pág. 82) es una vista general de la misma.

Trituración.—La trituración de primeras materias se hace en las canteras. Para desmenuzar la marga se emplean dos trituradoras " Titan " del tipo 8 SSD. Las vagonetas cargadas se trasladan desde la cantera a las tolvas, siendo volcadas para descargar su contenido sobre transportadores de cinta de acero inclinada, que alimentan las trituradoras. La marga machacada cae en grandes silos, desde donde es extraída por válvulas correderas que la hacen caer en las vagonetas del ferrocarril suspendido, y así es transportada a la fábrica, donde se descarga en una tolva de una capacidad de 500 toneladas. El material en exceso se apila en montón por medio de la grúa de cuchara, y queda en reserva.

El material procedente de la cantera de caliza se tritura de forma similar, siendo transportado por cable aéreo, que descarga el material en vagones de f c Al llegar a la fábrica, se pesa la caliza, vertiéndola por medio de una grúa de cuchara prensora en otra tolva de una capacidad de 150 toneladas, próxima a la tolva de marga También se explota otra cantera de caliza, desde la cual la piedra sin triturar se transporta a la fábrica La trituración tiene lugar en la fábrica mediante una trituradora "Titan" Un elevador hace subir el material hasta verterlo en la segunda tolva

Se ha dispuesto una tercera tolva para el almacenaje de las piritas tostadas Toda la pirita tostada sobrante se almacena en montón, y la tolva puede llenarse por medio de la grua de cuchara Debajo de cada tolva hay un alimentador de mesa para los Poidometers, que realizan la dosificación de las primeras materias La marga (aproximadamente un 90% del crudo) se pesa por separado, mientras que la caliza y la pirita tostada pasan por un segundo Poidometer Los Poidometers vuelcan el material en un transportador de artesa del tipo "Torpedo"

Seccion de desecacion.—Durante la estacion seca no hace falta la desecación artificial, y la mezcla se transporta directamente a los depósitos de alimentación, situados encima de los molinos de crudo Cuando la desecación se hace necesaria, un elevador transporta la mezcla a una tolva, desde donde un alimentador de delantal introduce el material en un tambor desecador Este tambor tiene 2 30 m ¿de diametro por 18 60 de largo, y se calienta por medio del calor sobrante del horno, además de la calefacción ordinaria Un transportador de artesa del tipo "Torpedo" recoge el material seco del tambor y lo eleva, por medio de otro transportador de artesa transversal y por un elevador de cangilones, hasta las tolvas de crudo, situadas encima de los molinos Un transportador de artesa distribuye el material desecado en las tolvas

Molinos y silos de crudo.—Unos alimentadores de mesa graduables introducen el material procedente de las tolvas en dos molinos de tres cámaras, de 2 05 m por 12 50 m Los molinos van soportados por dos cojinetes de muñón, provistos de lubricacion automática Después de salir de los molinos, el crudo se transporta a su silo por un transportador de tornillo Finalmente, un elevador sube la mezcla, preparada ya para la coccion, depositándola en las tolvas de crudo, situadas encima de los hornos rotatorios La mezcla se distribuye uniformemente entre los hornos, por un transportador de tornillo Los alimentadores de crudo regulan la marcha o régimen de la alimentación y de la mezcla

Hornos rotatorios.—El equipo actual consiste en dos hornos rotatorios de 3 30 m por 64 m , y 3 05 m por 64 m , con enfriadores de 2 05 m por 21 m , situados debajo Los hornos (Fig 1 véase pág 83) estan provistos de cinco soportes de rodillos, refrigerados con agua y de lubricación automática Los hornos van accionados por correa por motores de marcha regulable El carbón se seca y muele en un departamento separado, y es inyectado en el horno por un mechero o tobera a alta presión

Uno de los hornos rotatorios está provisto de un dispositivo patentado Stehmann para cerrar herméticamente todas las rendijas que pudieran permitir

la entrada del aire por el horno y el enfriador. Haciendo hermética la descarga del enfriador, y usando un ventilador de inyección a alta presión, todos los gases calientes del clinker se utilizan para calentar el horno, y se impide en absoluto la entrada de aire frío.

Una caldera de aprovechamiento de calor tipo Babcock-Wilcox sirve para los dos hornos, produciendo la mayor parte de la energía requerida por la fábrica. Si sace falta, junto con el turbo-generador se utiliza una caldera adicional. Los gases que salen del horno pasan por un colector eléctrico de polvo.

Desecación del carbón y molino de carbon.—El carbón que llega por ferrocarril se vacía desde los vagones mediante una grúa de cuchara, siendo transportado al alimentador de carbón por la misma grúa. El alimentador de carbón alimenta una pequeña trituradora "Titan." El carbón triturado se sube por medio de un elevador de cangilones hasta el silo de almacenaje, desde donde un alimentador de delantal alimenta el tambor-secador de 1.4 × 14 m. El carbón seco cae en un Poidometer automático, y es subido por un elevador a un gran silo de almacenaje, que consta de dos departamentos. Dos alimentadores de mesa sirven dos molinos de tres cámaras de 1.15 m. por 8.20 m., que se usan para molturar el carbón; son accionados por motores acoplados directamente, por mediación de un reductor de engranaje. Un elevador de cangilones transporta el carbón pulverizado a dos depósitos de almacenaje de carbón, situados encima de los hornos rotatorios. Hay un tornillo que lleva el sobrante a un silo de almacenaje de mayor capacidad.

Almacenaje del clinker.—El clinker descargado pasa por unos Poidometers y va a un transportador de artesa "Torpedo," que lo vierte en un pozo. La grúa de cuchara recoge el clinker y lo distribuye en el piso del almacén. La misma grúa recoge el clinker almacenado y lo vierte en los silos de clinker que alimentan los molinos de cemento. Próximo a ellos se halla un depósito de piedra de yeso. Ésta llega por ferrocarril, siendo vaciada por medio de la grúa de cuchara, y molida por una trituradora "Titan"; un elevador de cangilones la lleva al depósito.

Hay tres depósitos de clinker y uno de yeso, provisto cada uno de un dispositivo para su vaciado, que alimenta el transportador de artesa. Los depósitos de almacenaje del clinker, situados encima de los molinos de cemento, están conectados por un segundo transportador de artesa, un elevador, y otro transportador de artesa, que distribuye el clinker en las tolvas de los molinos.

Molino de cemento.—Cada uno de los dos molinos combinados, de 2.30 m. por 12.50 m., está provisto de dos alimentadores de mesa, para mezclar distintas clases de clinker, o para agregar otras materias, con algún fin especial. El tamaño de los molinos es casi el mismo que en la sección de molturación del crudo, y únicamente su diámetro es ligeramente mayor. El cemento, molido a la finura corriente, se transporta al silo de cemento mediante una bomba Fuller-Kinyon, o por transportadores de correa y de tornillo.

Silos de cemento; envasado y transporte.—El almacenaje de cemento se hace en dos silos de hormigón, de 10 m. de diámetro por 21 m. de alto, conectados por un transportador de tornillo. Pueden vaciarse neumáticamente, por un "Silator," o por cadenas, que recogen el cemento del fondo del silo, haciéndolo

A. L. CURTIS

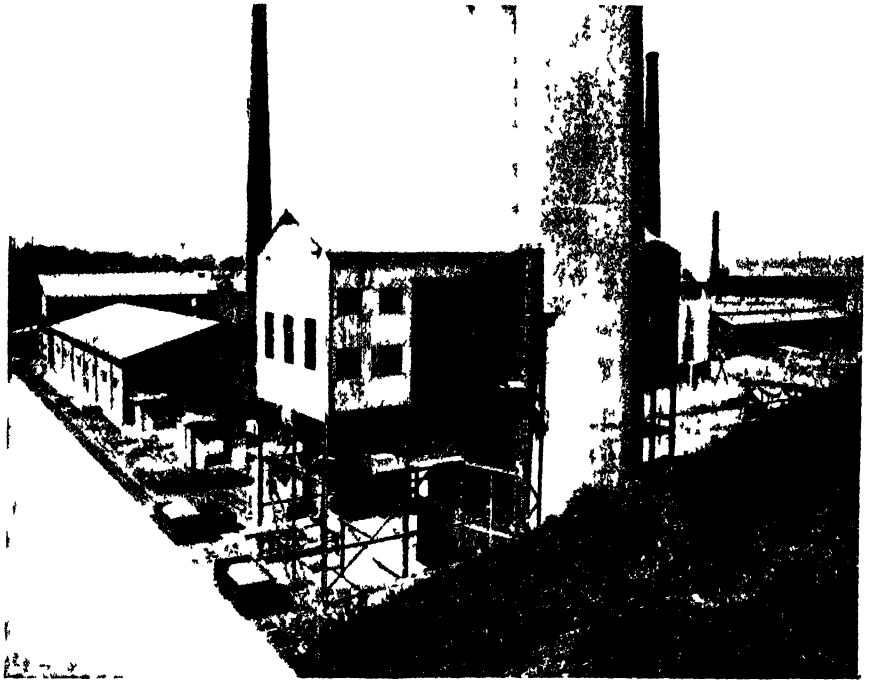
INGENIERO CONSULTOR
Y MINERALOGISTEO

WESTMOOR LABORATORY,

PO Box 61

CHATTERIS - - ENGLAND

BLOQUES DE ALTO CONTENIDO EN ALUMINA.



SWANSCOMBE CEMENT WORKS, INGLATERRA
(ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS LTD)

Los Hornos Rotativos en esta fábrica están revestidos, en las zonas de calcinación, con **BLOQUES CURTIS DE ALTO CONTENIDO EN ALÚMINA.**

Los bloques curtis son faciles de aplicar y de larga duración. No se desmorona ni se desagrefa la superficie cuando se calienta.

A todo del que los pida de enviaremos gratis una cantidad suficiente de bloques para un ensayo práctico al recibir los pormenores necesarios.

pasar a un transportador de tornillo. En el primer caso, hay máquinas envasadoras automáticas, que extraen el cemento de las tolvas de envasado; en cambio, en el segundo caso, se emplean envasadoras eléctricas " Miag."

La carga de los vagones de ferrocarril se efectúa en parte a mano y en parte por transportadores de correa. Para cargar camiones se han montado dispositivos especiales. Se han dispuesto colectores de polvo del tipo de tubos-filtros de aspiración, de capacidad suficiente. La fábrica posee también un taller de reparaciones, un laboratorio, y una central eléctrica, con turbina de vapor, cuadro y sub-centrales.

Una fábrica moderna de cemento Portland en la República Argentina.

En otoño de 1928 se puso en marcha la primera máquina de la nueva fábrica de cemento Portland " Loma Negra, S.A., Compañía Industrial Argentina," cerca de la pequeña ciudad de Olavarría, de la República Argentina, a unos 150 kms. de Buenos Aires. Esta fábrica, que actualmente produce unas 200 toneladas diarias de cemento, puede incluirse entre las fábricas de cemento Portland más modernas y económicas montadas durante los últimos años. La idea predominante al realizar el proyecto de la maquinaria fué de incluir en una misma máquina diversas fases del trabajo, a fin de economizar mano de obra y coste de producción. Esto queda probado, por ejemplo, por el hecho de que los molinos de crudo y de cemento tienen el mismo diámetro de 2 m., y, por lo tanto, son semejantes en todos sentidos. De esta manera se obtiene una simplificación del trabajo, además de la reducción del número de piezas de repuesto necesarias. Es de interés advertir que hay pocas transmisiones por correa, funcionando la mayoría de las máquinas grandes accionadas por motores eléctricos independientes. La mayor parte de la fábrica está instalada en dos alas de un edificio de estructura de acero, de unos 200 m. de largo.

Como las primeras materias son muy adecuadas para la vía húmeda, y se dispone de suficiente cantidad de agua, se ha escogido el proceso de pasta espesa. Las primeras materias (caliza y arcilla) se extraen, mediante excavadoras montadas sobre orugas, de unos yacimientos situados a unos cuantos centenares de metros de la fábrica. El material se transporta a la instalación trituradora en vagonetas volquetes de una capacidad de 1 m^3, arrastradas por locomotoras. Las vagonetas vuelcan la caliza y la arcilla sobre un emparrillado que alimenta una trituradora Z. Esta trituradora Z puede moler normalmente unas 30 toneladas de primeras materias por hora; funciona según el conocido principio del molino de martillos, pero con una producción mucho mayor. El material se reduce a un tamaño de unos 2 cms., para la alimentación del molino. Parte de la arcilla se reduce a pasta en un molino desleidor del tipo de agitadores, y luego corre por un conducto a un doble impulsor que, por medio de aire comprimido, impele el material a unos depósitos situados encima los molinos de crudo.

Cada uno de los mencionados aparatos está compuesto de dos impulsores, que trabajan alternativamente. Por medio de un dispositivo regulador automático, uno de los impulsores está llenándose de pasta, mientras que el otro se vacia por acción del aire comprimido, siendo impelida la pasta por las tuberías. La ventaja del doble compresor es que no se pone en contacto con la pasta ninguna pieza mecánica delicada o reguladora, y, por lo tanto, es imposible el paro por razón de atascamiento.

Actualmente, la molturación del crudo se realiza en un molino " Solo " de tres cámaras, con un diámetro de 2 m., y una longitud de 13 m. La caliza y arcilla machacadas en la trituradora Z se elevan mediante un elevador inclinado hasta los silos situados encima del molino de crudo. Entonces se introduce el material en el molino en cantidades que pueden ser dosificadas exactamente por medio de un alimentador de mesa rotatoria. La mezcla de caliza y arcilla se muele, transformándose en pasta, en una sola operación continua. El proceso de molturación se realiza por etapas, en las tres distintas cámaras del horno, que contienen elementos molturadores distintos. La pasta finamente molida pasa del molino a un doble impulsor, que la impele hacia tres depósitos de reserva y mezclado, de un diámetro de 7 m. por 12 m. de altura. En ellos tiene lugar la homogeneización final, mediante un aparato mezclador de pasta automático neumático. La corriente de aire comprimido se regula por una válvula " Regulex " patentada, de forma tal, que después de un determinado período de mezclado en un depósito, la corriente de aire es conectada automáticamente con otro depósito. Puede omitirse un depósito, si es preciso. La pasta espesa corre desde el depósito mezclador a un impulsor doble, que la impele a silos situados sobre el horno rotatorio.

La sala de hornos rotatorios comprende un horno " Solo " de 68 m. de largo por 2.75/3.65 m. de diámetro, que produce unas 200 toncladas de clinker al dia. La característica saliente del horno " Solo " es que no solamente se engloban en una máquina la desecación, calcinación y cocción de la pasta, sino que también tiene lugar en ella el enfriamiento del clinker. La zona ampliada de clinkerización permite un proceso de clinkerización regular y continuo. Como el enfriamiento del clinker tiene lugar en una zona de refrigeración que fórma parte del mismo horno, toda la instalación puede construirse sobre el nivel del suelo, evitándose de esta forma escalones y plataformas, y pudiendo inspeccionarse fácilmente la sala del horno " Solo." La envolvente del horno se apoya por sus aros sobre seis pares de rodillos, montados sobre cojinetes refrigerados con agua y equipados con lubricación automética. El horno es accionado por un motor regulable acoplado directamente, mediante la transmisión elástica patentada " Pol," que trabaja de modo satisfactorio y seguro. Hay dispositivos especiales que realizan el calentamiento previo del aire de combustión y la transmisión de calor desde el clinker al aire. La combustión en el horno " Solo " se hace por petróleo, que se inyecta en un chorro graduable en el horno. Para la vigilancia exacta del proceso de cocción se han dispuesto distintos instrumentos de medida y control, tales como el indicador de tiro, pirómetro, analizador de los gases de la chimenea, etc.

El clinker, desde el horno, es conducido en transportadores de sacudidas y elevadores hasta el almacén de clinker. Después de pasar por máquinas

pesadoras automáticas, el clinker pasa a dos transportadores "Polo" que corren por encima del almacén. En éste, el clinker puede ser vertido por aquéllos en varios puntos diferentes. El piso del almacén de clinker posee 17 dispositivos vaciadores, por medio de los cuales el clinker puede salir del almacén mediante dos transportadores subterráneos. El clinker se sube entonces por un elevador vertical hasta unos silos situados sobre los molinos de cemento. Desde ellos, el clinker, con la debida adición de yeso, pasa a un molino "Solo" de tres cámaras, con un diámetro de 2 m. por 12 m. de largo. Hay unas bombas neumáticas que transportan el cemento a los depósitos, formados por diez silos de hormigón. Varios transportadores y elevadores permiten su mezcla y el rellenado de los silos de almacenaje. Se ha instalado una máquina pesadora para contrastar la cantidad que pasa al almacén. Para el ensacado automático y envasado de barriles se han dispuesto máquinas adecuadas.

Una instalación colectora de polvo de amplias dimensiones asegura el funcionamiento de la fábrica casi sin polvo. La fábrica tiene un apartadero de ferrocarril, para el transporte del combustible, de la piedra de yeso, y para lo que convenga, además de servir también para el embarque del cemento. Actualmente se están realizando ampliaciones para poder duplicar la producción presente. La instalación mecánica de esta fábrica ha sido suministrada por la casa G. Polysius, A.G., de Dessau, que se encargó también de proyectar y organizar la fábrica.

Fig. 1 (véase pág. 85) vista general de la fábrica; fig. 2 (véase pág. 86) machacadora de primeras materias; fig. 3 (véase pág. 87) molino "solo" de tres cámaras, para la molturación del crudo; fig. 4 (véase pág. 88) horno "Solo" para la cocción del cemento.

Recientes fábricas Europeas de cemento.

Reproducimos fotografías de algunas fábricas modernas de cemento, recientemente instaladas en Europa por Fellner & Ziegler. La fig. 1 (véase pág. 90), es una vista general de la gran fábrica moderna de la Königshofer Zementfabrik, de Königshof, Checo-Eslovaquia. Los hornos, que se cuentan en número de tres, tienen zonas de calcinación ensanchadas, dos de los hornos se ven en la fig. 2 (pág. 90). Las machacadoras de tres compartimientos tienen 13 m. de largo por 2.2 m. de diámetro (fig. 3, véase pág. 91). Los molinos combinados son accionados centralmente por el reductor especial de engranajes reproducido en la fig. 4 (véase pág. 91).

Una de las más recientes instalaciones del territorio del Rhin está reproducida en la fig. 5 (véase pág. 92). Los hornos tienen 50 m. de largo por 3 m. de diámetro, y están provistos de zonas de calcinación ensanchadas.

En la fig. 6 (véase pág. 91) se da la planta de una fábrica que se está instalando actualmente para trabajar por la vía húmeda. El cobertizo de almacenaje, de unos 100 m. de largo, está destinado al almacenaje de clinker, carbón y piedra de yeso, y en él se trabaja por medio de grúas puente con cuchara prensora. Los silos de las machacadoras se llenan directamente por medio de las grúas.



UNIDAN MILL WITH SYMETRO DRIVE

During 1929 FLS sales included Rotary Kilns of a total length of about 2 miles and with a total output of 3,000,000 tons per annum, and 62 Unidan Mills with a total output of 7,000,000 tons p.a.

COMPLETE EQUIPMENT FOR CEMENT WORKS.

F. L. SMIDTH & Co., LTD.,

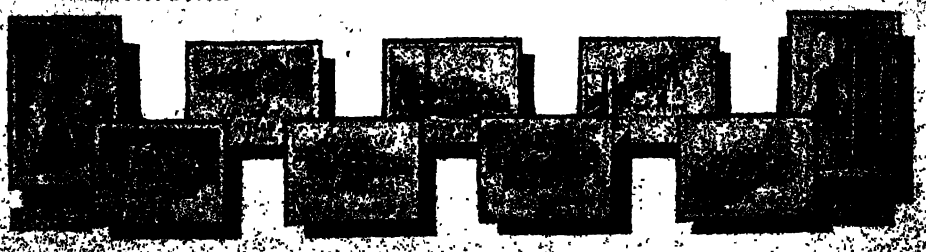
ENGINEERS,

VICTORIA STATION HOUSE - VICTORIA ST.,

LONDON, S.W. 1.

Telephone: Franklin 8167 & 8168.

Telegrams: "Chalkiness, Sowest, London."



CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

PUBLISHED 20TH OF EACH MONTH. PRICE 2/- A COPY ANNUAL SUBSCRIPTION 24s POST FREE.

PUBLISHED BY CONCRETE PUBLICATIONS LTD., 20, DARTMOUTH STREET, LONDON, S.W.1.

TELEPHONE VICTORIA 4581.

TELEGRAPHIC ADDRESS (CONCRETIUS, PARL, LONDON

PUBLISHERS OF
CONCRETE & CONSTRUCTIONAL ENGINEERING"
"CONCRETE BUILDING & CONCRETE PRODUCTS"
"CEMENT & CEMENT MANUFACTURE"
"THE CONCRETE YEAR BOOK"
"CONCRETE SERIES" BOOKS, ETC.

INDEX TO ADVERTISERS.

BEZUGSQUELLEN.
RÉPERTOIRE des ANNONCES.
DIRECTORIO COMERCIAL.

Allen, Edgar, & Co., Ltd. . vii
Alley & Maclellan, Ltd. ... xxvii
Andreas Engineering & Construction Co., Ltd. ... xxxvi
Avery, W. & T., Ltd. ... xxviii
Babcock & Wilcox, Ltd. . . xxxii
Bagshawe & Co., Ltd. ... 583
Bailey, Sir W. H., & Co., Ltd. xxxiv
Bates International Bag Co. ... xviii
Beldam Packing & Rubber Co., Ltd. xiii
Boudard, H. xxiii
British & Foreign Machinery Co., Ltd. xxiii
British Rema Manufacturing Co., Ltd. —
British Ropeway Engineering Co., Ltd. —
Brown, David, & Sons (Hudd.), Ltd. v
Brown, John, & Co., Ltd. ... xxxviii
Bruce Peebles & Co., Ltd. ... —
Cambrian Wagon Co., Ltd. ... —
Chemisches Laboratorium für Tonindustrie —
Colthrop Board and Paper Mills, Ltd. xxviii
Concrete Engineering Co., Ltd. —
Constantin, E. xvi
Crompton Parkinson, Ltd. ... —
Curtis, A. L. —
Davidson & Co., Ltd. ... 582
Davison, Charles, & Co., Ltd. xxi
Denison & Son, Ltd. —
Diamond Lubricating Co., Ltd. —
Dixie Machinery Manufacturing Co., Ltd. xxiii
Ellison, G. —
Fellner & Ziegler xxxvii
Fraser & Chalmers Engineering Works 586
Fuller Company xvi
General Electric Co., Ltd. ... 586
Glover, W. T., & Co., Ltd. ... —
Goss, G. P., & Co. —
Hart, Thomas, Ltd. —
Haver & Boecker xiii
Head, Wrightson & Co., Ltd. —
Helipebs, Ltd. xix
Hepburn Conveyor Co., Ltd. —
Hudson, Robert, Ltd. xxix
Industrial Driers, Ltd. . xxiv
Kraft Sacks, Ltd. xxix
Kordt & Rosch A.-G. xxv
Krupp Grusonwerk xx
Le Boutillier, John, Ltd. ... xii
Librawerk, M.B.H. —
Locker, Thos., & Co., Ltd. —
Low & Bonar, Ltd. —
Martin, Geoffrey, & Taylor ... xxxvii
Meade, Richard K., & Co. ... xxxiv
"Miag" Mühlenbau und Industrie, A.-G. ... —
Mining & Industrial Equipment, Ltd. xxvi
Newell, Ernest, & Co., Ltd. Front Cover
Paper Sacks, Ltd. —
Pfeiffer, Gebr., A.G. xiv
Platt, S., Ltd. —
Polysius, G. xxxv
Power Plant Co., Ltd. ... ix
Reddaway, F., & Co., Ltd. ... —
Richter, Oscar xxvii
Rolland, John & Co. xx
Ruston-Bucyrus, Ltd. xxxiii
Ruston & Hornsby, Ltd. ... —
Salter, G., & Co., Ltd. ... —
Sargeant, E. F. —
Schmitt, F. E. xxxv
Seck Machinery Co., Ltd. ... —
Smidth, F. L., & Co., Ltd. ... ii, iii
Société des T.M. Engins Broyeurs xv
Stein, John G., & Co., Ltd. ... xvii
Sullivan Machinery Co., Ltd. —
Vereinigte Stahlwerke, A.-G. xxii
Vickers-Armstrongs, Ltd. x, xi & 646
Visco Engineering Co., Ltd. ... xxxiv
Wallwork, Henry, & Co., Ltd. —



"DBS" double reduction enclosed helical drives to wet grinding mills installed in conjunction with Messrs. Ernest Newell & Co., Ltd.

CEMENT MILL DRIVES
DEMAND
"DBS" ENCLOSED GEARING.

The arduous conditions of cement mill drives—twenty-four-hours-a-day service in a hot and dust laden atmosphere—are revealing more and more clearly the higher efficiency and ultimate economy of "DBS" enclosed reduction gears for all drives.

Skilfully designed with complete protection and self-contained lubrication systems, "DBS" gears are available to meet every operating condition and requirement. With gears and bearings running in cool, clean oil, continuously circulated, and the exclusion of dust and dirt from moving parts, the drive can be confidently relied upon for continuous trouble-free service.

DAVID BROWN & SONS (HUDD.) Ltd.,
HUDDERSFIELD.

CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

Trades Directory.

Firmenregister. Répertoire des Adresses. Directorio Clasificados.

AIR SEPARATORS
Séparateurs à air
Windsichter
Separadores de aire

Andreas G m b H
Boudard, H
Davidson & Co Ltd
Visco Engineering Co Ltd

BAGS & SACKS (Paper)
Papier-und Stoffsäcke
Sacs en papier
Sacos

Bates Bag and Paper Co
Colthup Board & Paper Mills Ltd
Kraft Sacks Ltd
Paper Sacks, Ltd

BELTING
Treibriemen
Courroies
Correas

Beldam Packing & Rubber Co Ltd
Reddaway F & Co Ltd

BOILERS
Kessel
Chaudières
Calderas

Babcock & Wilcox Ltd

BUCKETS (Elevator and Conveyor)
Becher für Elevatoren und Transporteure
Godets pour élévateurs
Cangilones (en los elevadores y transportadores)

Bagshawe & Co Ltd

CABLEWAYS
Seilbahnen
Transporteurs aériens
Cables Vías de cable

British Ropeways Engineering Co, Ltd

CASTINGS
Gehäuse
Moulages d'acier
Piezas de fundicíon

Brown John & Co Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Vickers Armstrongs, Ltd

CLUTCHES
Kupplungen
Embrayages
Embragues

Broadbent Thomas, & Son, Ltd
Power Plant Co, Ltd

CONTROLLERS (Electric)
Elektrische Schaltanlagen
Combinateurs electriques
Controles o reguladores (eléctricos)

Ellison Geor[illegible]

CONVEYORS & ELEVATORS
Transporteure und Elevatoren
Transporteurs et Elevateurs
Transportadores y elevadores

Arthes G H
Bagshawe & Co Ltd
Bamford H
Candlet Ch F
Constructional
Fraser & Chalmers Engineering Works
Hepburn Conveyor Co Ltd
Jeffrey G & G

CRANES
Krane
Grues
Grúas

Babcock & Wilcox Ltd
Broadbent Thomas & Sons Ltd
Vickers Armstrongs Ltd

CRUSHERS
Brecher
Broyeurs et Cribles
Trituradoras

Allen Edgar & Co Ltd
Andreas G m b H
British & Foreign Machinery Co
British Rema Manufacturing Co Ltd
Dixie Machinery Manufacturing Co
Johnson Wm & Sons (Leeds) Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd
Vickers Armstrongs Ltd
Boudard H
Candlet Ch F
Krupp Grusonwerk A G
Miag Mühlenbau und Industrie A G
Smidth F L & Co, Ltd
Pfaff-Silesia A G
Polysius G Ltd

DRAGLINE EXCAVATORS
Bagger mit Leitseil
Excavateurs à câbles
Excavadoras o dragas de cable

Sargent F F

DRILLS, ROCK
Gesteinsbohrer
Perforatrices
Taladros, perforadoras o barrenadoras para roca

Sullivan Machinery Co, Ltd

Continued on page viii.

DUST COLLECTING PLANT
Staubabscheidungssysteme
Collecteurs de poussières
Sistemas de captacíon de polvo

Andreas G m b H
Bamford H
Davidson & Co Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd
Polysius G m b H
Schmitt E J
Visco Engineering Co Ltd

ELECTRIC CABLES AND WIRE
Elektrische Kabel und Drähte
Câbles electriques
Cables y alambres eléctricos

Glover W T & Co Ltd

ENGINES (HEAVY OIL)
Kraft-Maschinen Stationäre (Rohol - Verbrennungs-Motore)
Moteurs à huile lourde
Motores (aceite pesado)

Ruston & Hornsby, Ltd
Vickers Armstrongs Ltd

EXCAVATING MACHINERY
Löffelbagger
Excavateurs
Maquinaria excavadora

Ruston Bucyrus, Ltd
Smidth F L & Co Ltd

FANS
Ventilatoren
Ventilateurs
Ventiladores

Davidson & Co, Ltd
General Electric Co, Ltd

GEARS (HELICAL)
Schraubenräder
Engrenages hélicoïdaux
Mecanismo o engranaje (helicoidal)

Brown David & Sons, Ltd
Luth & Rosen, Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Platt, Samuel, Ltd
Power Plant Co, Ltd
Wallwork, H, & Co, Ltd.

Complete Cement Plants designed and erected.



Tyre Carrying Rollers, and Retaining Gear for Rotary Kiln.

EDGAR ALLEN & CO. Ltd.,
Imperial Steel Works,
SHEFFIELD.

Trades Directory.—*(Continued from page vi).*

Firmenregister. Répertoire des Adresses. Directorio Clasificados.

GRINDING BALLS
Mahlkugeln
Boulets en acier pour broyeurs
Bolas molturadoras

Broyeurs Société d s T M Ingins
Gelipebs Ltd
Kordt & Rosh A G
Vereinigte Stahlwerke A G

HOISTING MACHINERY
Aufzüge
Appareils de levage
Elevadores

Fraser & Chalmers Engineering Works
General Electric Co Ltd
Ruston & Hornsby Ltd
Vickers Armstrongs Ltd
Sullivan Machinery Co Ltd

KILN LININGS
Ofenfutter
Produits réfractaires
Forro o revestimiento del horno

Curtis, A I
Davidson Charles & Co Ltd
Goss G P, & Co
Stein, J G, & Co Ltd

KILNS AND COOLERS (Rotary)
Drehöfen und Kühler
Fours rotatifs
Hornos y enfriadores (rotatorios)

Allen Edgar, & C Ltd
Andreas G m b H
Boudard H
Fellner & Ziegler
Head, Wrightson & Co Ltd
Johnson Wm, & Sons Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Newell Ernest & Co Ltd
Mag Muhlenbau und Industri A G
Polysius G A G
Smidth F L & Co Ltd
Vickers Armstrongs Ltd
Candlot Ch E

KILNS (SHAFT)
Schachtöfen
Fours Verticaux
Hornos (verticales)

Andreas G m b H
Boudard, H
Candlot, Ch E
Krupp Grusonwerk A G

LUBRICANTS
Schmiermittel
Lubrifiants et huiles
Lubrificantes

Diamond Lubricating Co, Ltd

PUMPS (CEMENT)
Zementpumpen
Pompes pour pâte à ciment
Bombas para cemento

Constantin, E

MILLS, GRINDING
Mühlen
Broyeurs
Molinos

Allen, Edgar, & Co, Ltd
Andreas G m b H
Boudard H
Fellner & Ziegler
Head, Wrightson & Co, Ltd
Johnson, Wm, & Sons, Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Newell, Ernest & Co Ltd
Mag Muhlenbau und Industrie A G
Pfeiffer Gebr, A G
Polysius G A G
Smidth, F L, & Co Ltd
Vickers Armstrongs, Ltd
Candlot Ch E

MOTORS AND GENERATORS (Electric)
Elektrische Motore und Generatoren
Générateurs et Moteurs Electriques
Motores y generadores (eléctricos)

Fraser & Chalmers Engineering Works
General Electric Co Ltd
Ruston & Hornsby Ltd
Vickers Armstrongs Ltd
Sullivan Machinery Co Ltd

PACKING MACHINERY
Packmaschinen
Ensacheuses automatiques
Maquinaria de envasado

Andreas G m b H
Bates International Eng C
Haver & Boecker
Libraw rk m b H
Paper Sacks Ltd
Polysius G A G

PACKINGS
Packungen
Garnitures de presse-étoupes
Envases

Ballam Packing & Rubber Co Ltd

PULVERIZERS
Mahlmaschinen
Broyeurs à charbon et coke
Pulverizadores

Boulard H
British Roma Manufacturing Co Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd
Johnson, Wm & Sons (Leeds) Ltd
Pfeiffer, Gebr

RAILWAY EQUIPMENT
Bahnmaterial
Equipo ferroviario

Hudson, Robert Ltd

REFRACTORIES
Feuerfeste Materialien
Produits réfractaires
Refractarios

Curtis, A I
Davidson, Charles & Co, Ltd
Goss, G P, & Co
Stein, J. G, & Co, Ltd

SAND (Cement Testing)
Sand zur Zementprüfung
Sable pour essais de ciment
Arena (ensayos del cemento)

Curtis A I

SCREENS
Siebe
Tamis
Tamices

Locker Thomas & Co, Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd

SLURRY MIXERS
Schlammmischer
Malaxeurs
Mezcladores de pasta, amasadoras

Andreas G m b H
Newell Ernest & Co Ltd

TESTING MACHINES & APPARATUS
Prüfmaschinen und Apparate
Machines à essayer
Aparatos de ensayos

Avery W & T Ltd
Baily Sir W H & Co Ltd
Mcklow Smith A
Richter Oscar A
Silter G & Co, Ltd
Chemisch s Laboratorium fur Tonindustrie

VALVES
Ventile
Vannes
Válvulas

Alley & MacLellan Ltd

WASTE HEAT BOILERS
Abhitzekessel
Chaudières (à chaleur perdue)
Calderas de aprovechamiento de calor perdido

Babcock & Wilcox Ltd
Candlot, Ch E

WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM
System zur Wiedergewinnung von Abwärme
Récupération des chaleurs perdues
Sistema de recuperacíon de calor perdido

Industrial Driers, Ltd

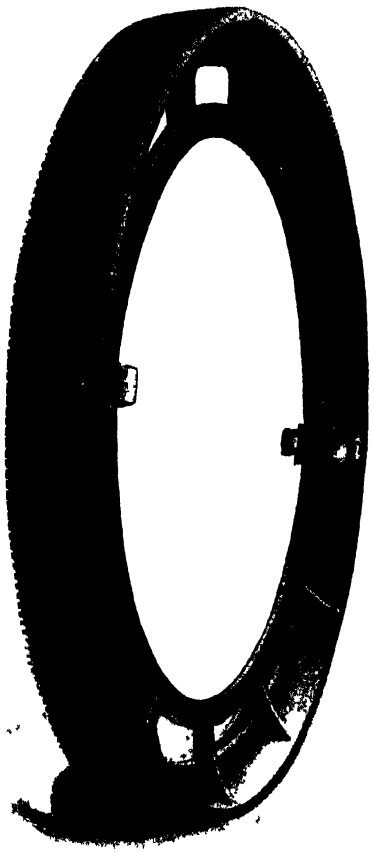
WEIGHERS
Waagen
Bascules automatiques
Pesadores

Avery, W & T.
Boudard, H.
Denison, Saml, & Sons, Ltd.
Polysius, G; A.-G.

GEARING

Complete gear installations for cement mills.

Enclosed speed reduction and tube mill gears accurately generated on specially designed machines.



Installations complètes d'engrenages pour cimenteries. Engrenages de fabrique réducteurs de vitesse et à tube enfermés, engendrés avec précision dans des machines spécialement étudiées.

Komplette Getriebe-Einrichtungen für Zementwerke. Gekapselte Geschwindigkeits- und Rohrmühlen-Getriebe, erzeugt mit besonders konstruierten Maschinen.

Instalaciones completas de engranajes para fábricas de cemento. Engranajes encerrados de reducción de velocidad y para molinos de tubo, exactamente engendrados en máquinàs de tipo especial.

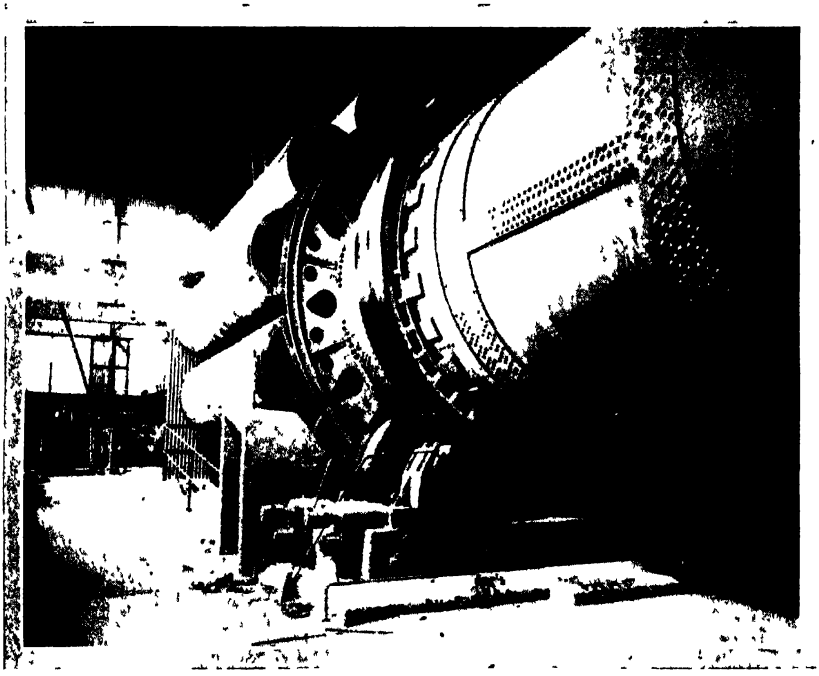
The POWER PLANT CO., LTD.

WEST DRAYTON, MIDDLESEX, ENGLAND.

TELEPHONE: YIEWSLEY 71 (3 lines). TELEGRAMS: ROC. WEST DRAYTON.

VICKERS -

CEMENT MAKING MACHINERY



ROTARY KILNS, BALL MILLS, TUBE MILLS, DRYERS, CRUSHERS, CRUSHING ROLLS, MIXERS, AGITATORS, ETC.

All Enquiries to Works:

BARROW - IN - FURNESS.

ARMSTRONGS LIMITED

The illustration shows one of three large Rotary Reflex Kilns fitted with Patent Recuperator, manufactured by Messrs. Vickers-Armstrongs, Ltd., Barrow-in-Furness. This Kiln has a total length of 326 ft., the diameter over the Recuperator Cylinders being 26 ft. 6 in.

This type of Kiln ensures the foundations and Buildings being of the minimum height, resulting in a saving in initial capital expenditure and a low exit gas temperature with low coal consumption.

Die Abbildung stellt einen von drei grossen Reflex-Drehöfen mit patentierter Wärmewiedergewinnung, der von der Firma Vickers-Armstrongs, Ltd., Barrow-in-Furness, hergestellt ist, dar. Dieser Ofen besitzt eine Gesamtlänge von 99,4 m, während der Durchmesser bei den Wärmewiedergewinnungsrohren 8,07 m beträgt. Diese Ofenart gewährleistet, dass Fundamente und Gebäude von minimalster Höhe sind, wodurch eine Ersparnis an anfänglicher Kapitalsanlage und niedrige Abgastemperatur mit geringem Kohlenverbrauch erzielt werden.

L'illustration montre un des trois grands Fours Rotatifs à Réflexion, équipé avec un récupérateur breveté, fabriqué par VICKERS-ARMSTRONGS Ltd, BARROW-in-FURNESS. Ce four a une longueur totale de 99m 33 le diamètre mesuré extérieurement aux cylindres récupérateurs etant de 8m.

Avec ce type de Four on est certain d'avoir des fondations et des bâtiments de hauteur minimum, d'où résulte une économie sur la dépense de première mise. On a aussi une moindre dépense de gaz et une plus faible consommation de charbon.

Tous renseignements sur les Usines
BARROW-in-FURNESS.
Siège Social
VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1.

El grabado reproduce uno de tres grandes hornos rotatorios "REFLEX" provisto de Recuperador patentado, fabricado por los Sres. Vickers-Armstrong, Ltd., de Barrow-in-Furness, Inglaterra. Este horno tiene una longitud total de 99.43 m., siendo el diámetro por encima de los cilindros del recuperador de 8.08 m.

Este tipo de horno hace que los cimientos y edificios puedan ser de una altura mínima, suministrando una economía de inversión de capital y una baja temperatura en los gases de salida, con reducido consumo de carbon.
Diríjanse todas las solicitudes a los Talleres de
BARROW-in-FURNESS.
Oficinas:
VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1, INGLATERRA.

Head Office:

VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1.

IMPORTANT TO

CEMENT MANUFACTURERS.

IT WILL PAY YOU TO USE

GREFCO



The genuine High Temperature Cement, free from Sodium Silicate or other active fluxes.

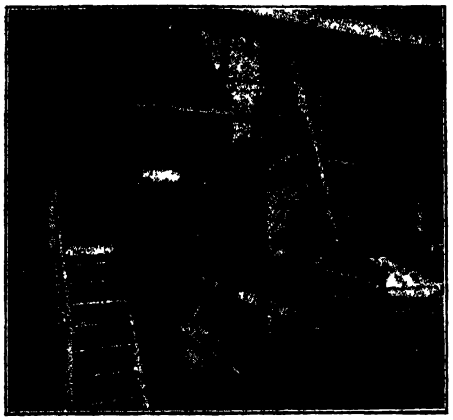
Materially increases the life of your refractory brickwork.

SPECIAL APPLICATIONS:

Laying up and backing nose ring blocks.
Laying up kiln hood bricks.
Laying up bricks in clinker chutes.
Laying up bricks in dryer furnaces.
Hot spot patching.

JOHN LE BOUTILLIER, LTD.,
13, ROOD LANE,
LONDON, E.C.3.

Haver & Boecker Packmaschinen



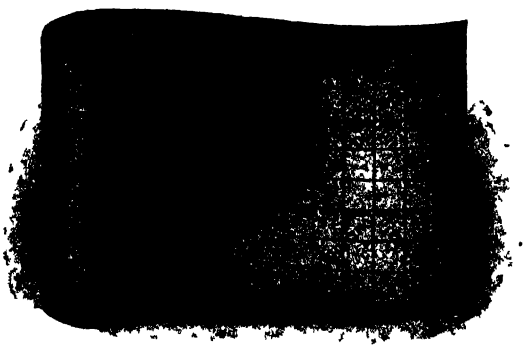
Oelde 13 Westf.
DEUTSCHLAND.

für automatische Ventilsack-Packereien
etwa 50 Neu-und Nachbestellungen in den letzten Monaten.

Automatic Packing Machines
for Valve Bags About 50 additional orders within the last few months.

Ensacheuses automatiques
pour sacs à ventil Environ 50 commandes supplementaires dans les derniers mois

Maquinas para empaquetar
para instalaciones automaticas de sacos de valvula Approx 50 nuevos pedidos en los ultimos meses.



Pilot Jointing

FOR
ALL STEAM OR WATER PRESSURES, AMMONIA, ACIDS, OILS, ETC.

This compressed Asbestos Fibre Jointing has a tensile strength of
OVER 3 TONS PER SQUARE INCH.

For samples and full particulars apply :—

THE Boldam PACKING & RUBBER CO., LTD.,
Estd. 1876.
Head Office : **16, Gracechurch Street,**
Tel No. Mansion House 4721 (5 lines) **LONDON, E.C.3.** *Teleg & Cables* "Veepilot, London."
Branches and Agents throughout the World.

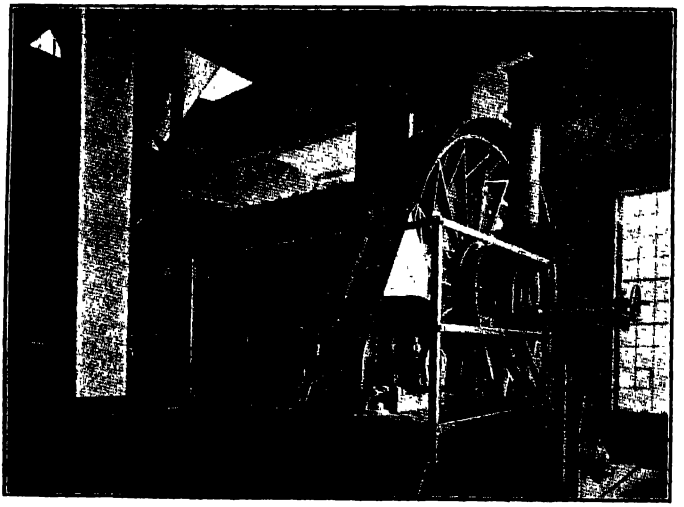
GEBR. PFEIFFER

BARBAROSSAWERKE A.-G.,
KAISERSLAUTERN (GERMANY).

Pfeiffer's sieveless Double Hard Mill

INCORPORATES HIGHEST CAPACITY WITH LOWEST POWER CONSUMPTION.

Combined with the patented **AIR SEPARATORS** it is the ONLY grinding mill that delivers SUPERFINE CEMENT.

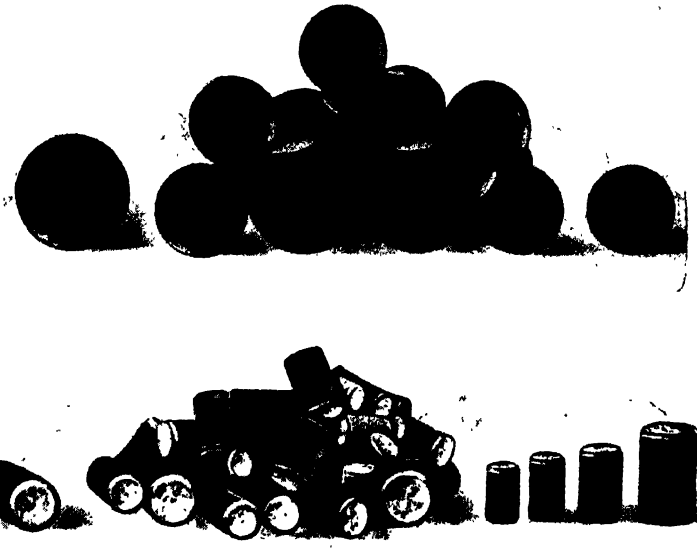


Many hundred installations in operation are proof of its universal supremacy.

FULL GUARANTEE GIVEN IN EVERY RESPECT.

Complete Mechanical Equipments for Portland Cement and Lime Works.

OWN MODERN TESTING STATION.



GREAT ECONOMY
INCREASED OUTPUT
EXCEEDINGLY FINE GRINDING

ARE OBTAINED WITH OUR GRINDING MEDIA, MADE OF EXTRA HARD STEEL (450 BRINELL), A QUALITY HITHERTO UNKNOWN. THESE ARE HIGHLY RECOMMENDED BY LEADING CEMENT MANUFACTURERS.

GROSSE ÉCONOMIE
RENDEMENT SUPERIEUR
FINESSE EXCELLENTE

obtenus avec les engins de broyage en métal aciéré extra-dur (450 dureté Brinell - qualité inconnue jusqu'à ce jour) avec les bâtonnets et boulets de la :

SOCIÉTÉ des T.M. ENGINS BROYEURS

Capital 1.200.000 R.C. 1324

21-23, rue Auguste Bonte,

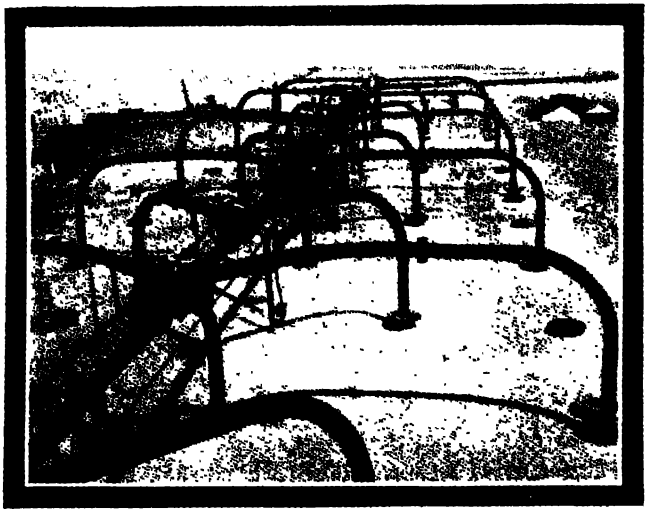
LILLE NORD FRANCE

Conveying
Elevating
Distributing

FULLER-KINYON CONVEYING SYSTEM

Dry Raw Material
Blending-Box Car
Loading & Unloading
Boats and Barges

Provides for the handling of any dry pulverised materials to maintain the most efficient flow through a manufacturing process with timed automatic and remote control for blending, mixing and distributing operations from a convenient central point. An illuminated signal panel indicates the operation of the system to the operator, who can make the desired changes in the sequence of operation by push-control.



Silo distribution system, showing two and three-way distributing valves and branch lines. Note the absence of a monitor.

The materials being handled include gypsum, bauxite, phosphate rock, sodium bicarbonate, raw and finished cement, alumina, pigments, hydrated lime, etc. .:. .:. *Write for complete information.*

Our engineers, experienced in handling pulverised materials, are at your service for suggesting simple solutions for your conveying problems.

E. CONSTANTIN

CIVIL ENGINEER,

105, RUE LAFAYETTE - PARIS.

Telegrams: - - "Fullencoy, Paris."

Sole Licencee (except for pulverised coal) for England and France.

Patentees: The Fuller Company, Catasauqua, Penna., U.S.A.

JOHN G. STEIN & CO., LTD.

BONNYBRIDGE

SCOTLAND

Fabricants de réfractaires de qualité supérieure pour garnissage de fours rotatifs de cimenteries.

Nos briques réfractaires de marque " Nettle " conviennent également bien pour les zones de refroidissement et de grillage au pur, et elles ont donné d'excellents resultats dans les cimenteries partout en Grande Bretagne.

Notre service technique est à votre disposition.

NOUS SOMMES LES FABRICANTS DE REFRACTAIRES LES PLUS IMPORTANTS DE L'EMPIRE BRITANNIQUE.

Fabrikanten eines hochwertigen feuerfesten Futters für Zementdrehöfen.

Unsere feuerfesten Steine Marke " Nettle " sind sowohl für die Kühl-wie Sinterzone des Ofens geeignet und haben sich in Zementfabriken Gross-Britanniens hervorragend bewährt.

Unsere technische Abteilung steht zu Ihrer Verfügung.

WIR SIND DIE BEDEUTENDSTEN FABRIKANTEN IM BRITISCHEN REICH.

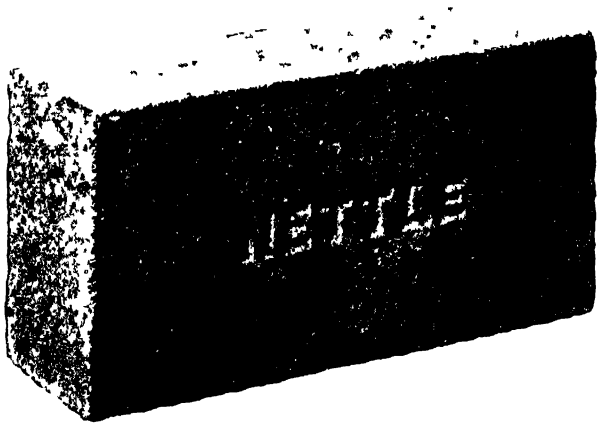
Fabricantes de refractarios de alta calidad para revestimientos de hornos rotatorios de cemento.

Nuestros ladrillos refractarios, marca " Nettle," son muy adecuados, igualmente, para las zonas de refrigeración y de calcinación del horno, y han rendido servicio excelente en las fábricas de cemento de toda la Gran Bretaña.

Nuestro servicio técnico queda a su disposición.

SOMOS LOS MAYORES FABRICANTES DEL IMPERIO BRITÁNICO.

MANUFACTURERS OF HIGH GRADE REFRACTORIES FOR ROTARY CEMENT KILN LININGS



BRANDS.

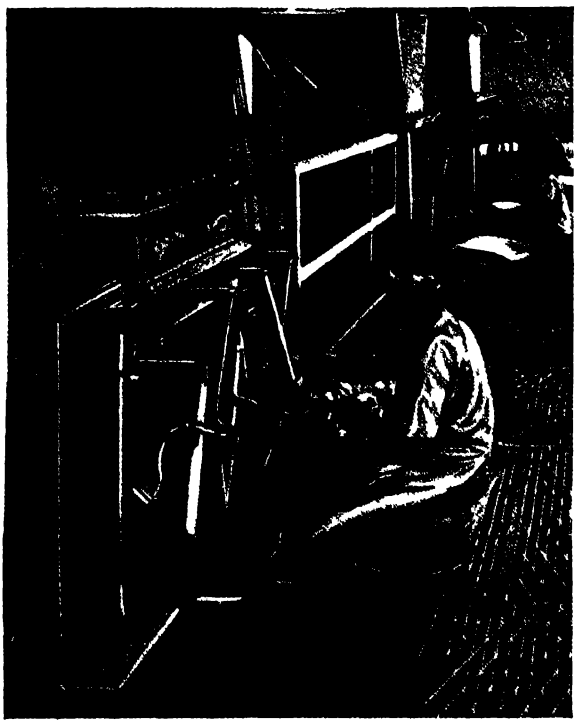
DANDY
NETTLE
THISTLE
STEIN
JGS&CO
BLUEBELL
(95% Silica).

Our "Nettle" Brand Firebricks are very suitable for both the cooling and burning zones of the kiln and have given excellent service in cement works throughout Great Britain.

Our Technical Service is at your disposal.

We are the Largest Makers in the British Empire.

2,166
2,166 Bates Valve Bag 2,166
Packing Machine Installations



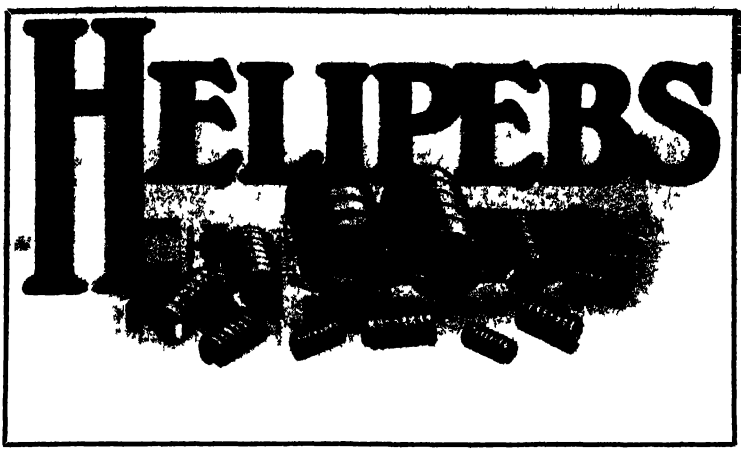
IN

Argentina
Australia
Austria
Belgium
Brazil
Bulgaria
Canada
Chile
China
Cuba
Czecho-Slovakia
Denmark
D E Indies
Egypt
England
France
Fr Indo-China
Germany
Holland
Hungary
India
Italy
Japan
Jugo-Slavia
Mexico
New Zealand
Norway
Palestine
Peru
Phillippine Is.
Poland
Roumania
Russia
South Africa
Spain
Sweden
Switzerland
United States
Uruguay

Headquarters for Continental Europe
BATES ENGINEERING CO., G.M.B.H.,
Kurfurstendamm 178, Berlin, Germany.

For Great Britain
PAPER SACKS, LIMITED,
Keynsham, England

For other countries
(except U.S.A. and Canada)
BATES INTERNATIONAL BAG COMPANY,
48, Wall Street, New York, U.S.A.



FURTHER PROOF OF THE EFFICIENCY AND ECONOMY OF HELIPEBS:

The following is an extract from a letter received from an important cement-making firm in Great Britain:

". Our conclusions are that HELIPEBS are the best grinding media for the final grinding of cement. They absorb least power; produce cement of the greatest fineness; yield the greatest output per hour with the greatest economy in wear."

Complete particulars sent on application to:—
HELIPEBS LTD., Gloucester, England.

HELIPEBS

Prueba ulterior de la eficacia y de la economia de Helipebs:

Lo que sigue es un extracto tomado de una carta enviada por una de las organizaciones más importantes de fabricantes de cemento en Europa:

"Hemos llegado a la conclusión de que los Helipebs son los mejores medios de trituración para la trituración final del cemento. Ellos consumen el mínimo de fuerza; producen cemento de la mayor fineza; dan el mayor rendimiento horario con la mayor economía de desgaste."

Se enviarán pormenores completos a quien los pida a

HELIPEBS LTD.,
Gloucester, Inglaterra.

HELIPEBS

Nouvelle Preuve de l'efficacite et de l'economie des Helipebs:

Ce qui suit est un extrait d'une lettre reçue de la plus grande entreprise d'Europe pour la production du ciment

"Nos conclusions sont que les Helipebs constituent le meilleur element de pulverisation pour la mouture finale du ciment. Ils absorbent le moins de force motrice; ils produisent le ciment de la plus grande finesse; ils assurent la plus grande production par heure avec la plus grande économie d'usure."

Des renseignements détaillés sont envoyés sur demande adressée à:

HELIPEBS LTD.,
Gloucester, Angleterre.

HELIPEBS

Ein weiterer Beweis fur die Wirksamkeit und Kostenersparnis durch Helipebs:

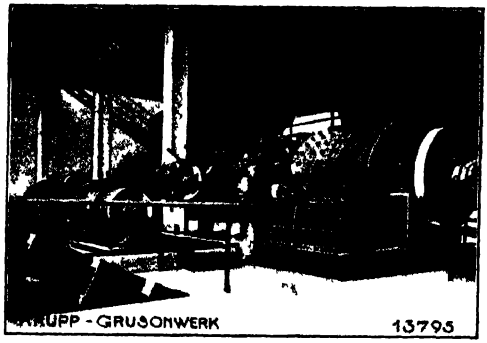
Im Folgenden ist ein Auszug aus einem Brief von einer der grossten zementerzeugenden Gesellschaften Europas wiedergegeben:—

"Wir kommen zu dem Schluss, dass Helipebs das beste Mahlmaterial zur Feinmahlung von Zement darstellt. Sie verbrauchen am wenigsten Kraft, erzeugen Zement von höchster Mahlfeinheit, ergeben die grosste stündliche Leistung bei grösster Sparsamkeit hinsichtlich der Abnutzung."

Ausführliche Einzelheiten auf Verlangen von

HELIPEBS LTD.,
Gloucester, England.

This illustration shows two Hammer Crushers, about 80 in. diam., in a thick-slurry Cement works.



KRUPP - HAMMER CRUSHERS

are used for the reduction of raw materials direct in

ONE OPERATION

from the largest pieces down to hazel nut size, thus replacing Jaw Crushers and Roll Crushers in the case of medium, hard or mild material

Even moist or viscous materials which would clog Jaw Crushers and Roll Crushers are successfully dealt with by Hammer Crushers

La photographie montre deux broyeurs a percussion d'environ 2 metres de diamètre, dans une cimenterie fonctionnant a délayage epais

LES BROYEURS A PERCUSSION 'KRUPP'

sont employes pour la reduction des matieres premieres directement en

UNE SEULE OPÉRATION

depuis les plus gros morceaux jusqu'à la dimension d'une noisette, remplaçant ainsi les broyeurs a mâchoires et les broyeurs à cylindres, dans le cas des materiaux tendres, moyens ou durs

Même les matieres humides ou pâteuses, qui engorgeraient les broyeurs a mâchoires ou les broyeurs à cylindres, sont traitées avec succès dans les broyeurs à percussion.

Esta ilustración muestra dos quebrantadoras de martillo de 80 pulgadas de diametro (2m 032) instaladas en una fabrica de cemento de pasta espesa

QUEBRANTADORAS DE MARTILLO KRUPP

se emplean para la trituracion inmediata de las materias primas en

UNA OPERACIÓN

quebrantando las piezas de mayor tamaño hasta las del tamaño de nuez, eliminando asi las quebrantadoras de mordaza y las de cilindro para la trituración de material mediano, duro o blando.

Hasta los materiales humedos o viscosos que obstruirían las quebrantadoras de mordaza y de cilindros pueden manejarse con facilidad empleando las quebrantadoras de martillo

KRUPP GRUSONWERK

MAGDEBURG (Germany)

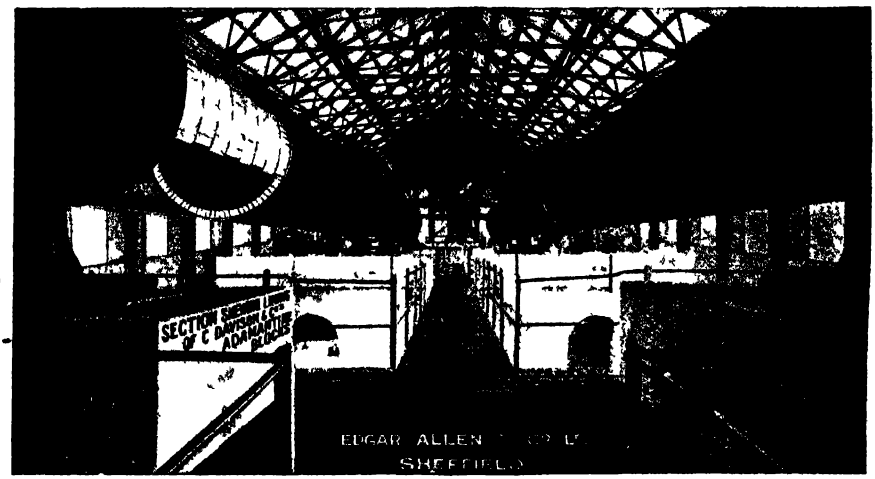
***Sole Agents :* J. ROLLAND & CO., Abbey House, 2, Victoria Street, London, S.W.1.**

PLEASE SPECIFY

CHARLES DAVISON & CO., LTD.'S

"ADAMANTINE"

Firebricks and Fireblocks, particularly for



ROTARY KILNS

Some linings cost five times the price of **Adamantine** and last longer—*sometimes*. Some linings cost less than **Adamantine** and *never* last half as long. Taken "by and large" **Adamantine** lasts the longest per ton of cement produced and per £ sterling expended of any lining on the market. **Adamantine** has been used in *all* the latest, largest, and most up-to-date Rotary Cement Kilns erected in this country; for instance, those of the A.P.C.M., Ltd., the B.P.C.M., Ltd., G. & T. Earle, Ltd, The Allied Cement Manufacturers, Ltd., and 85% of all the Cement and Lime Works in this country.

EWLOE BARN, BUCKLEY, CHESTER



"Stahlunion"
Forged Steel Balls

for all kinds of Grinding Mills, manufactured of steel of natural hardness in the most careful execution.

Geschmiedete Stahlkugeln
Marke "Stahlunion"

aus naturhartem Spezialstahl in sauberster Ausführung für alle Kugelmühlen.

Boulets en acier forgés
Marque "Stahlunion"

en acier spécial de dureté naturelle, exécution la plus soignée, pour tous broyeurs à boulets.

Bolas de acero forjado
Marca "Stahlunion"

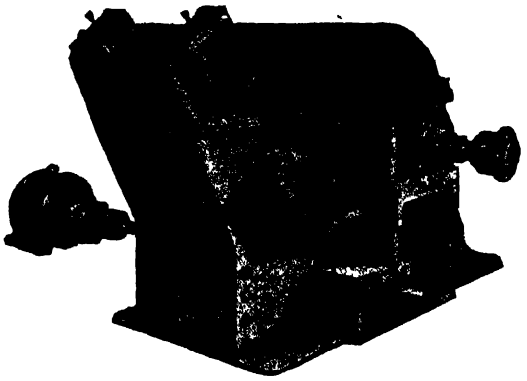
para todos los tipos de molinos de bolas, Acero de dureza natural, Ejecución esmerada.

VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
HÜTTE RUHRORT-MEIDERICH
DUISBURG — RUHRORT

Germany — Deutschland — Allemagne — Alemania

L 1212/265
4025

Enormous crushing capacity even under unfavourable conditions



DIXIE NON-CLOG HAMMERMILLS

will give full capacity when crushing wet and sticky materials without extra labour or power. All crushing surfaces of Manganese Steel. Write now for illustrated booklet

DIXIE NON-CLOG HAMMERMILLS

donneront le rendement maximum en concassant des matières mouillées et collantes sans main d'œuvre ou force motrice supplementaire. Toutes les surfaces de concassage en acier-manganese S'adresser pour brochure illustree

Capacité de concassage la plus énorme même sous des conditions défavorables

Dixie Machinery Manufacturing Company, St. Louis, Missouri.

BRITISH & FOREIGN MACHINERY CO, LTD,

148, Leadenhall Street, London, EC3 *Telephones* Avenue 8266/8277

ENTREPRISE D'INSTALLATIONS MÉCANIQUES

H. BOUDARD INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR A&M

183, Rue Belliard, Paris. 18e

RC. Seine 193.046 Tél: Marcadet 12.81

LE MATÉRIEL MODERNE POUR INSTALLATIONS D'USINES A CHAUX, CIMENTS, PLATRES

MANUTENTION MÉCANIQUE POUR TOUS PRODUITS



Important to Cement Manufacturers

By using

THE RIGBY PATENT SLURRY SPRAY PROCESS

you can obtain

20 to 25% Increased Production

15 to 20% Decreased Fuel Consumption

Also

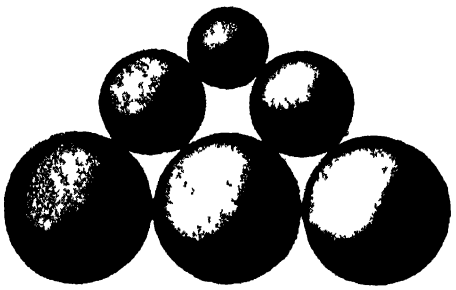
Minimised Dust Trouble with the Patent Slurry Lute.

FULL PARTICULARS ON APPLICATION TO

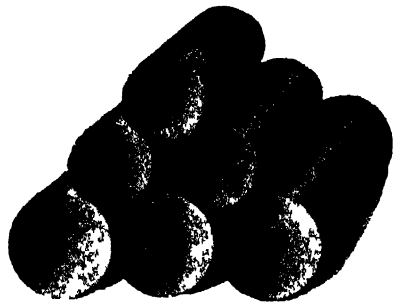
INDUSTRIAL DRIERS LIMITED

36, VICTORIA STREET,
LONDON, S.W.1.

SOLE PROPRIETORS OF THE RIGBY PATENTS.



Round Steel Balls

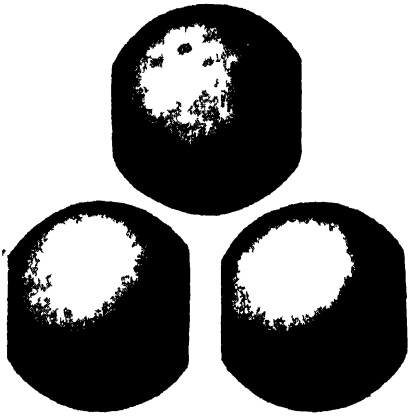


Cylindrical Grinding Media (Cylpebs).

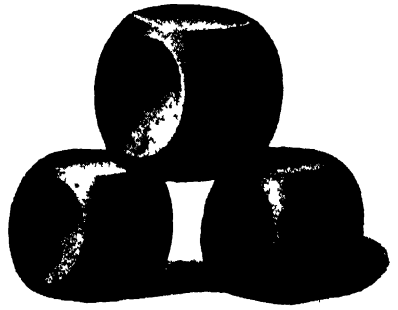
IN ALL QUANTITIES AND SIZES.

THE MOST ACCURATELY DESIGNED GRINDING MEDIA WITH THE LONGEST LIFE.

Made from BEST HIGH-GRADE CARBON MANGANESE STEEL.



Patent Kordtballs.



Patent Fine Grinding Media (cube-shaped).

Increase the capacity of Raw, Wet, and Coal Mills and the Fineness of Cement by 25 to 50%. Made from **BEST CARBON MANGANESE STEEL and have the Longest Life of any grinding media.**

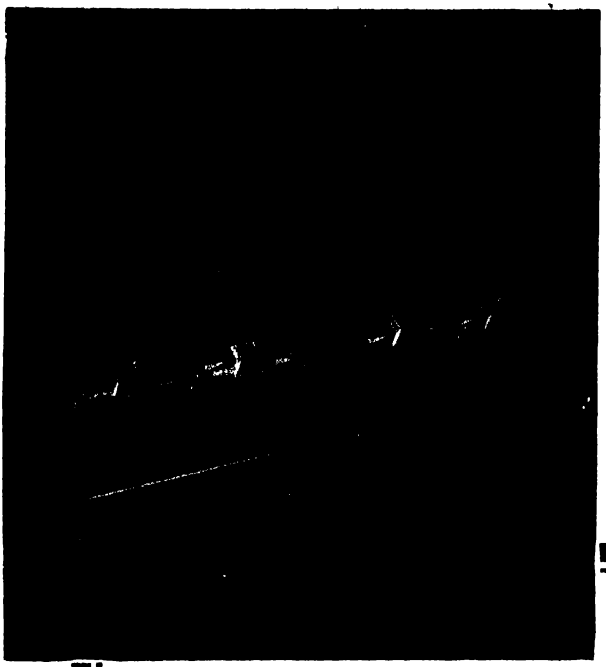
Supplied as a Speciality for many years by—

KORDT & ROSCH Aktiengesellschaft

Wipperfürth (Rhld.) : : : GERMANY.

Telegrams: Korosch. Telephone: Sammelnummer 341.

Codes: A B C, 5th Edition BENTLEY'S. RUDOLF MOSSE.



Hum-mer Screens
in a Cement Plant

Read what the Superintendent of a Cement Plant says of Hum-mer Screens

"The HUM-MER screens have proved their practicability They almost never clog, and when they do they are very easily cleaned. The clinkers contain practically no moisture, so we have no real trouble with clogging. The screens have required almost no repairs to date, because there are so few working parts to get out of order."

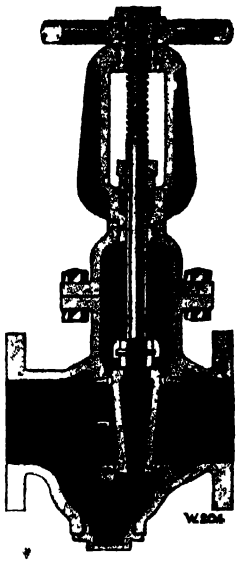
HUM-MER ELECTRIC SCREEN

MINING & INDUSTRIAL EQUIPMENT LTD
ASSOCIATED WITH INTERNATIONAL COMBUSTION LTD

11, Southampton Row, London, W.C.1.
Works, Derby & Erith.

Telephone:
HOLBORN 7277 (3 lines).

Telegrams and Cables:
HARDRAYMIL, WESTCENT, LONDON.



Fullway Scour Valve.

"Sentinel" Valves
for
CEMENT AND LIME WORKS.

made by Specialists with the longest experience in making valves for cement.

Valves "Sentinel" pour Fabriques de Ciment et de Chaux, Produites par les spécialistes ayant la plus longue expérience dans la construction de valves pour ciment Prix et tous renseignements franco sur demande adressée aux fabricants exclusifs.

"Sentinel" Ventile für Zement-und Kalkwerke. Erzeugt von einer Spezialfabrik mit langster Erfahrung in der Erzeugung von Ventilen fur Zement. Anstellungen und ausführliche Einzelheiten gratis auf Anfrage bei den Alleinerzeugern.

Válvulas "Sentinel" para Fábricas de Cemento y Cal Fabricadas por Especialistas que tienen la más larga experiencia en la construcción de válvulas para cemento A todo el que los pida a los fabricantes exclusivos se le comunicarán gratuitamente los precios e informes detallados.

Prices and full Particulars on Application to

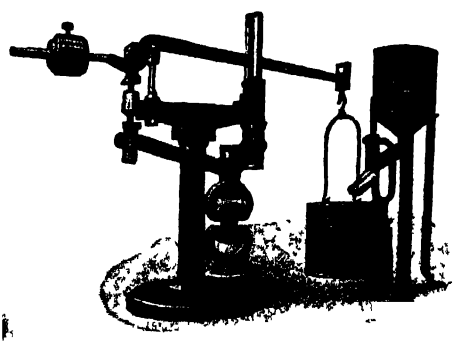
SOLE MAKERS

ALLEY & MACLELLAN, LTD.,

SENTINEL VALVE WORKS,
WORCESTER, ENGLAND.

'Phone: 15 Worcester. 'Grams: "Alley, Phone, Worcester."

Cement Testing Machines



Machines pour éprouver le ciment

Zementprüfmaschinen

Maquinas para ensayos de cementos

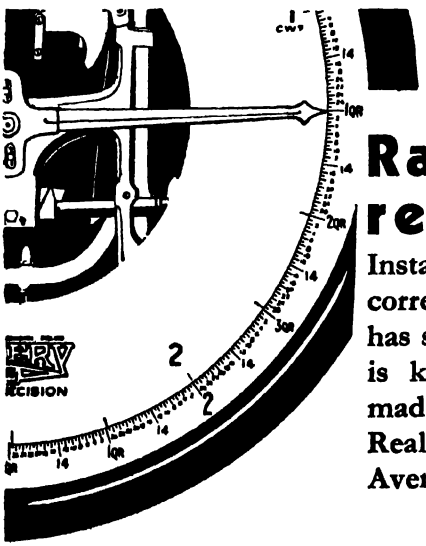
OSCAR A. RICHTER Güterbahnhofstr. 8 **DRESDEN-A.1**

Paper Sacks *for* Cement

Made from English Kraft Paper specially manufactured for Cement Sacks. Open-mouth or valved style, suitable for all Valve Filling Machines.

Printed in one or two colours.
Reinforced, stapled and glued for additional strength.

Colthrop Board and Paper Mills, Ltd.,
Larkfield ∴ *Nr. Maidstone* ∴ England.



Rapidity, accuracy reliability

Instant, visible, self-indications of correct weight mean that the operator has simply to *load* and *look*. No one is kept waiting; no mistakes are made; and no complaints are received. Real economy is effected by using Avery Industrial Visible Weighers.

Ask for an Avery expert to visit your Works and study your weighing problems at first hand. No cost or obligation. Write to W. & T. Avery, Ltd., Soho Foundry, Birmingham, England, for Catalogue F 18 h.

AVERY

KRAFT means STRENGTH!

1ST Class KRAFT-PAPER SACKS

OBTAINABLE AT AN ECONOMICAL PRICE FROM

KRAFT SACKS, Ltd.
FACTORY — Midsomer Norton, Somerset.

ENQUIRIES TO SALES OFFICE:
KRAFT SACKS, Ltd,
THE CLOCK HOUSE,
ARUNDEL ST., LONDON, W.C.2.
Telephone TEMPLE BAR 3731

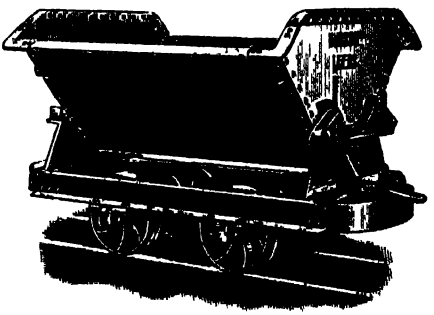
PATENTEES of the Double-Valved SACK, highly efficient in FILLING AND CLOSURE.

Hudson RAILWAY Material



BUY YOUR WAGONS FROM THE ACTUAL MAKERS

SAVE ON YOUR FIRST COST—GET BETTER SERVICE



HUDSON'S QUARRY TIPPING WAGONS

are specially constructed to stand rough usage. For over 60 years Hudsons' have specialised in the manufacture of Wagons of every description. Also

TRACK AND ALL ACCESSORIES,
STEAM, DIESEL & PARAFFIN LOCOS.

WRITE FOR CATALOGUE

LONDON: SUFFOLK HOUSE, CANNON STREET, E.C.4.

ROBERT HUDSON LTD
38A BOND ST., LEEDS
Works: GILDERSOME FOUNDRY, near LEEDS.
Telegrams & Cables (all offices): "RALETRUX"

Also at Johannesburg, Durban, Salisbury, Bulawayo, Beira, Lourenco Marques, Lobito, Mauritius, Singapore, Cairo and Calcutta

BOOKS ON CONCRETE

FORMWORK.

A volume that should be in the hands of all concerned with construction in concrete has been written by Mr. A. E. Wynn, B.Sc., A.M.Am.Soc.C.E., a well known specialist in all classes of concrete and reinforced concrete structures. The book, **"Design and Construction of Formwork for Concrete Structures,"** gives the benefit of the author's very wide experience and specialist knowledge on the subject of formwork in such manner that it can readily be applied to any job. Tables are given setting out sizes of timber for all spans and loads; complete designs are given for formwork for every conceivable type of concrete structure, from simple footings to skyscrapers and arch bridges; there are tables from which quantities of timber required for any structure can be seen at a glance; it is, in fact, one of the few volumes that can be truly called "indispensable" to any builder. As *Engineering* said in a long review: "If Mr. Wynn's advice and recommendations are followed the prices derived from the factors given can be used with confidence when assessing the cost of formwork." *The Builder* said: "No contractor can afford to be without this important volume on a subject that has been too long neglected." This volume contains 320 pages, 219 illustrations (working drawings and photographs), 12 folders of complete formwork designs for large structures— these are in addition to the designs given in the text—and 11 design tables from which sizes and quantities can be seen at a glance. Details of cost are given with all designs. *Price 20s.; by post, 20s. 9d.*

PRE-CAST CONCRETE.

The only book dealing exhaustively with all types of concrete products and cast stone has just been published. **"Manufacture and Uses of Concrete Products and Cast Stone,"** by H. L. Childe, contains all the available information on the subject. It deals exhaustively with selection of materials, grading and proportioning, mixing, curing, surface treatment, moulds, etc. All methods of surface treatment are described and illustrated in colour and half-tone. A special chapter on moulds contains the most comprehensive selection of working drawings of moulds for all classes and shapes of products and cast stone. Sand, plaster, glue, concrete, and other moulds are fully described and illustrated. Suitable proportions of cement and aggregate are given for all classes of products and cast stone. (Third Edition.) *Price 5s. (postage 6d. extra).*

CONCRETE PRODUCTS.

"Concrete Building and Concrete Products." —A monthly journal for builders in concrete and manufacturers of concrete products and cast stone. *Send for specimen copy. Price 4d. monthly.*

COTTAGE CONSTRUCTION.

"Concrete Cottages, Bungalows and Garages," by Albert Lakeman, L.R.I.B.A., M.I.Struct.E. gives designs for concrete cottages, bungalows and garages of different types, with perspective drawings, plans, sections, full working drawings, bills of quantities, and all the information necessary to erect those structures at the very lowest cost. (Second Edition). *Cloth Binding, 5s.; Paper Covers, 3s. 6d. (postage 6d. extra).*

GUIDE TO REINFORCED CONCRETE.

Every builder, student, clerk of works and foreman should have a copy of **"Elementary Guide to Reinforced Concrete,"** by Albert Lakeman, L.R.I.B.A., M.I Struct.E.(late Lecturer at Woolwich Polytechnic), which explains the principles of reinforced concrete construction in such simple language that it can be understood by a reader with no previous knowledge of the subject whatever. (Fifth Edition.) *Price 2s.*

CONCRETE FOR BUILDERS.

"Concrete Construction Made Easy," by Albert Lakeman and Leslie Turner, gives complete designs for a wide range of structures, with table and clear diagrams, from which the builder with no previous experience can erect reinforced concrete structures. *(Just published. Price, 3s. 6d.; by post, 4s.).*

CONCRETE FACTORY OPERATION.

"Pre-cast Concrete Factory Operation" gives full illustrated descriptions of the methods, materials and plant used in twenty of the leading English factories producing pre-cast concrete of every description, from architectural cast stone to roofing tiles. *Price 3s. 6d.; by post, 4s.*

REINFORCED CONCRETE BEAMS.

Dr. Oscar Faber's work, **"Reinforced Concrete Beams in Bending and Shear,"** is an exhaustive treatise on the subject, and contains new rules and formulæ which have a scientific basis and may be conveniently used by engineers. *Price 9s. (postage 6d. extra).*

HANDBOOK, DIRECTORY, CATALOGUE.

"The Concrete Year Book," edited by Dr. Oscar Faber, O.B.E., D.Sc., M.Inst.C.E., and H. L. Childe, is a handbook, directory and catalogue of the concrete industry. Only a few copies of the 1930 edition (684 pages) now left. Order now to avoid disappointment. *Price 3s. 6d.; by post, 4s.*

Detailed Prospectuses sent on Request.

CONCRETE PUBLICATIONS LIMITED,
20 DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

VOL III, No. 4 APRIL, 1930.

Published by Concrete Publications, Ltd, 20, *Dartmouth Street, London, S W* 1, *England.*

LEADING CONTENTS

	Printed in English. Page	Publie en Français. Page	In Deutsch Gedruckt. Seite.	Editada en Español. Pág.
A Subject for Research	539	—	—	—
Un sujet de recherches	—	587	—	—
Ein Gegenstand der Forschung	—	—	617	—
Un asunto a estudiar	—	—	—	647
The Most Recent United States Cement Plant	541	—	—	—
L'installation à ciment la plus récente des Etats-Unis	—	589	—	—
Das neueste Zementwerk in den Vereinigten Staaten	—	—	619	—
La fábrica de cemento más reciente de los Estados Unidos	—	—	—	649
Waste-Heat Boilers. By A. C. Davis, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.	554	—	—	—
Les chaudières à chaleurs perdues. Par A. C. Davis	—	597	—	—
Abhitzekessel. Von A. C. Davis	—	—	627	—
Calderas de aprovechamiento de calor. Por A C. Davis	—	—	—	656
The Rotary Kiln in Cement Manufacture.—III. By W. Gilbert, Wh.Sc., M.Inst.C.E.	561	—	—	—
Le four rotatif dans la fabrication du ciment —III. Par W. Gilbert	—	601	—	—
Der Drehofen bei der Zementherstellung.—III. Von W. Gilbert	—	—	631	—
El horno rotatorio en la fabricación del cemento.—III. Por W. Gilbert	—	—	—	661
Cement "Complaints."—II. By H. A. Holt	567	—	—	—
"Plaintes" au sujet du ciment.—II. Par H. A. Holt	—	605	—	—
Zement-Beanstandungen.—II. Von H. A. Holt	—	—	635	—
Quejas sobre el cemento.—II. Por H. A. Holt	—	—	—	664
The United States Portland Cement Industry in 1929	571	—	—	—
L'industrie du ciment Portland aux Etats-Unis en 1929	—	609	—	—
Die Portlandzementindustrie der Vereinigten Staaten im Jahre 1929	—	—	639	—
La industria del cemento Portland en los Estados Unidos en 1929	—	—	—	668
False Setting-Time of Cement	573	—	—	—
La prise apparente du ciment	—	611	—	—
Fehlerhaftes Abbinden von Zement	—	—	641	—
New Bag-Packing Machine	577	—	—	—
Nouvelle machine d'ensachage	—	613	—	—
Eine neue Sack-Packmaschine	—	—	643	—
Nueva máquina para llenar sacos	—	—	—	670
Notes from the Foreign Press. By J. W. Christelow, B.Sc.	574	—	—	—



BABCOCK & WILCOX BOILERS, WITH ECONOMISER AND INDUCED DRAUGHT FAN, UTILISING WASTE HEAT FROM ROTARY CEMENT KILN.

"BABCOCK" WATER TUBE BOILERS

FOR MAXIMUM EFFICIENCY IN THE UTILISATION OF WASTE HEAT FROM CEMENT KILNS

Special Brochure on Application to

BABCOCK & WILCOX LIMITED

BABCOCK HOUSE, FARRINGDON ST., LONDON, E.C.4.

Principal Works: RENFREW, SCOTLAND Branch Offices Throughout the World.

BYTAD.

VOLUME 3. NUMBER APRIL 1930.

Narendra Nath Mukherjee, P.O. Bally, Dist. Howrah (W.B.)

CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

THE INTERNATIONAL FOUR-LANGUAGE CEMENT JOURNAL

MANAGING EDITOR H. L. CHILDS CONSULTING TECHNICAL EDITOR S. G. S. PANISSET.

ENGLISH SECTION

PARTIE FRANÇAISE PAGE 587
DEUTSCHER TEIL SEITE 617
SECCIÓN ESPAÑOL PÁG 647

A Subject for Research.

THOSE in close touch with the testing and use of cement are aware that there are qualities which receive no recognition in the standard specifications tending to make particular brands of cement popular. There is something in addition to strength, soundness, and setting properties; even rapidity of hardening is not enough if expressed only in terms of strength at 24 or 48 hours. It will be obvious that these special qualities leading to popularity are difficult to define, otherwise they would be included in standard specifications; they are characteristics which appeal to different users in different ways. As an example, it is known that some cements are less affected by dirty sands than others; two cements may have similar setting times and strengths at early dates, and while one will set and harden quite well when mixed with loamy aggregate, the other will take several days to harden. According to the view one may take of the mechanism of the setting and hardening of cement, it is either the crystallisation or the desiccation of the gel that is hindered in the one case by the presence of mud in the aggregate.

No explanation is available as to the cause of this difference that is known to exist between cements, but there is evidence that the addition of calcium chloride to the concrete is a means of curing the defect of sluggish hardening with muddy aggregates. Whether this remedy derives its efficacy from an alteration in the mud in the aggregate, such as destruction of colloid formations, or whether it is due to the effect of calcium chloride on cement, is obscure. In a recent pamphlet* published by the Building Research Station, however, it is shown

* Building Research Special Report No 14. Published by H.M Stationery Office, London. Price 9d.

from an investigation into the literature dealing with the action of calcium chloride on concrete that the effects on the setting time and strength vary with different brands of cement when neat cement and cement mixed with standard sands are tested. Hence it would appear that the variable behaviour is inherent in the cements.

Another difference between cements not revealed by standard specification tests is shown by rotary-kiln and chamber-kiln cements. Those concerned with the marketing of cements in the early part of the century will remember the difficulties arising from the attempts to substitute rotary for chamber-kiln cement. It was easy to prove that the rotary cements were superior in strength, soundness, and purity, but these did not counterbalance with certain types of craftsman against certain qualities of chamber-kiln cement which were indefinable by tests. There are to this day many concrete floor-layers and plasterers who affirm that the cements of twenty or thirty years ago were superior for their purposes to the high quality cements of to-day. The preference may have some connection with fineness of grinding, but is more probably due to the rate and degree of stiffening of the cement mortar which enables the finishing or smoothing of the floor or plaster to be done within a working day and in a more satisfactory manner. These differences undoubtedly exist, but their causes are obscure and a subject for research is provided.

The pamphlet of the Building Research Station already mentioned is primarily a summary of the literature on the use of calcium chloride or sodium chloride as a protection for mortar or concrete against frost. As might be expected from a resumé of world-wide literature, there is no unanimity of opinion. But the information concerning the effect of calcium chloride additions upon the strength of mortar and concrete is of much interest, because of the effort that has been made in the United States to persuade concreters that a quick-hardening concrete can be obtained by this means instead of by the more orthodox method adopted in Europe of using rapid-hardening Portland cement. The more recent tendency in the United States, however, appears to be in the direction of rapid-hardening cements, thus conforming to the almost world-wide practice of cement manufacturers of being reluctant to recommend any other ingredient to concrete than cement and aggregates.

The pamphlet has been issued with the object of summarising the literature upon the subject of its title and thus providing a reply to enquirers. The results of the work of well-known investigators such as Abrams, Graf and Platzmann cannot be taken as a recommendation to use calcium chloride as a concrete " improver " because there are various uncertainties to be encountered, among which are the risk of impurities, e.g., bleaching powder in the calcium chloride, the tendency to corrosion of reinforcement unless the concrete is very dense, and the variability of behaviour with different brands of cement. Although there is evidence that calcium chloride does increase the strength of concrete in many cases, the uncertainty of its action is such that if risks of failure are to be avoided a complete series of tests is necessary with the materials to be used under the conditions likely to exist on the work before the safe conditions for the addition of calcium chloride can be defined. Some of the advantage associated with calcium chloride is attributed to its hygroscopic nature which causes concrete containing it to retain moisture and thus diminish shrinkage stresses which reduce strength. This part of the benefit of calcium chloride would, as a rule, be more cheaply obtained by curing in damp atmospheres. The pamphlet also deals with the effect of common salt (sodium chloride) as an addition to concrete and the conclusion is reached that it is an undesirable addition.

The Most Recent United States Cement Plant.

THE most recent cement plant completed in the United States is that of the Republic Portland Cement Company, at San Antonio, Texas. This plant was begun in the autumn of 1928, and was completed and started operation in August, 1929; it is a good example of present-day practice in the construction and equipment of cement plants in the United States. Messrs. Richard K. Meade & Company, of Baltimore, Md., cement engineers, designed and supervised the construction of the plant. Messrs Terrell Bartlett Engineers, Inc., of San Antonio, Texas, were the local engineers, and the plant was built by Messrs. Smith Bros., Inc., of Crockett, Texas.

The plant was designed to manufacture 3,500 barrels of cement per day (the American barrel being 374 lbs , or 170 kilos) and has actually produced in excess of 4,000 barrels per day. It is situated about eight miles north-



Fig. 1.—Plant of the Republic Portland Cement Co., San Antonio, Texas, U.S.A.

east from San Antonio, and is served by the Missouri, Kansas and Texas Railroad and by the International and Great Northern Division of the Missouri-Pacific System. The plant is also connected by a concrete road with the San Antonio and Austin Highway, so that cement can be delivered by road vehicles. Power is purchased from the San Antonio Public Service Company, and natural gas used for burning is purchased from the Southern Gas Company. Gypsum is bought from the United States Gypsum Company and is conveyed from mines at Falfurias, Texas, 200 miles distant. Water is obtained from deep wells on the property.

Fig. 1 is a view of the plant from the west, and Fig. 2 a ground plan showing the situation of the various buildings, quarry, etc. The construction is permanent and substantial. Reinforced concrete is used not only for buildings but also for mill bins and crane runways, and careful attention has been paid to architectural features. The buildings are, except the kiln-house, all of reinforced concrete, with cement-brick panels covered with buff-coloured stucco. The kiln building is of steel with sides mostly left open. The roofs are of corrugated asbestos sheeting.

Raw Materials and Quarry.

The property comprises about 475 acres. The raw material consists of an argillaceous chalk, which varies in character from soft earthy to solid material. Occasional beds or crusts of hard limestone are found, but generally the material is soft and is, relatively speaking, easily ground. The overburden above the chalk is light, averaging about 2 or 3 ft. over the greater part of the property. Geologically, the material belongs to the Austin chalk, which is one of the lower members of the Gulf Series of the Upper Cretaceous Period. Similar material is used by the San Antonio Portland Cement Co., which also has a mill at San Antonio. The chemical composition of the raw materials is as follows:

	Limestone. Per cent.	Argillaceous Limestone. Per cent.	Calcareous Clay. Per cent.
Silica	8.25	15.96	34.20
Alumina	3.06	4.67	9.48
Iron oxide . .	1.76	2.13	3.25
Calcium carbonate	84.88	75.07	50.15
Magnesium carbonate	1.28	1.78	1.15

The material does not lie in well-defined beds or layers but grades from the extremes of fairly pure limestone to calcareous clay as shown above. Part of the property is underlaid with material high in lime, part with that low in lime and part with chalk; the composition of the chalk is approximately correct for burning, and at present the quarry operations are confined almost entirely to this area. The shovel is worked so as to obtain material which by proper blending of the slurry will obtain a mixture suitable for burning.

The quarry lies to the north-west of the plant at present, and consists of a narrow cut along a ravine at the bottom of which a stream at one time flowed. The latter was diverted and the quarry is drained into it. The present face is about 20 ft. by about 500 ft. At one end the chalk is high in lime while at the other end it is argillaceous, and by working between the two ends a satisfactory mixture is made. The quarry face is being extended east towards high ground so that it will ultimately be 40 or 50 ft. in height. It is planned to keep the floor at such elevation that the quarry will be self-draining. There is practically no stripping at present, and the rock is sufficiently high in lime to carry the overburden as part of the mix. It is estimated that the supply of chalk is practically inexhaustible; enough has been blocked out by drilling to last at least 100 years.

The rock requires little drilling and blasting; what drilling is required is done by a Keystone " Joplin Special " well-drill equipped with gas engine and crawler treads. There is also an Ingersoll-Rand wagon drill which has been found very satisfactory on this material.

The chalk is loaded by a Marion electric shovel, equipped with crawler treads, a 2-cu. yd. bucket and Ward-Leonard control. This shovel is operated on alternating current The electric unit consists of one 85-h.p. squirrel-cage motor direct connected to three D.C. generators of 50, 15 and 15 k.w. respectively. These three generators operate respectively on hoist (60 h.p.), swing (23 h.p.), and crowd (23 h.p.) motors. The shovel is also equipped with a 5½-k.w. motor-generator set for exciting, etc. The chalk is loaded into 8-ton side-dump trucks manufactured by the Easton Car Company. These are hauled the short distance to the mill by means of a 10-ton Plymouth petrol locomotive which will handle six trucks on the present grades (0.8 per cent.).

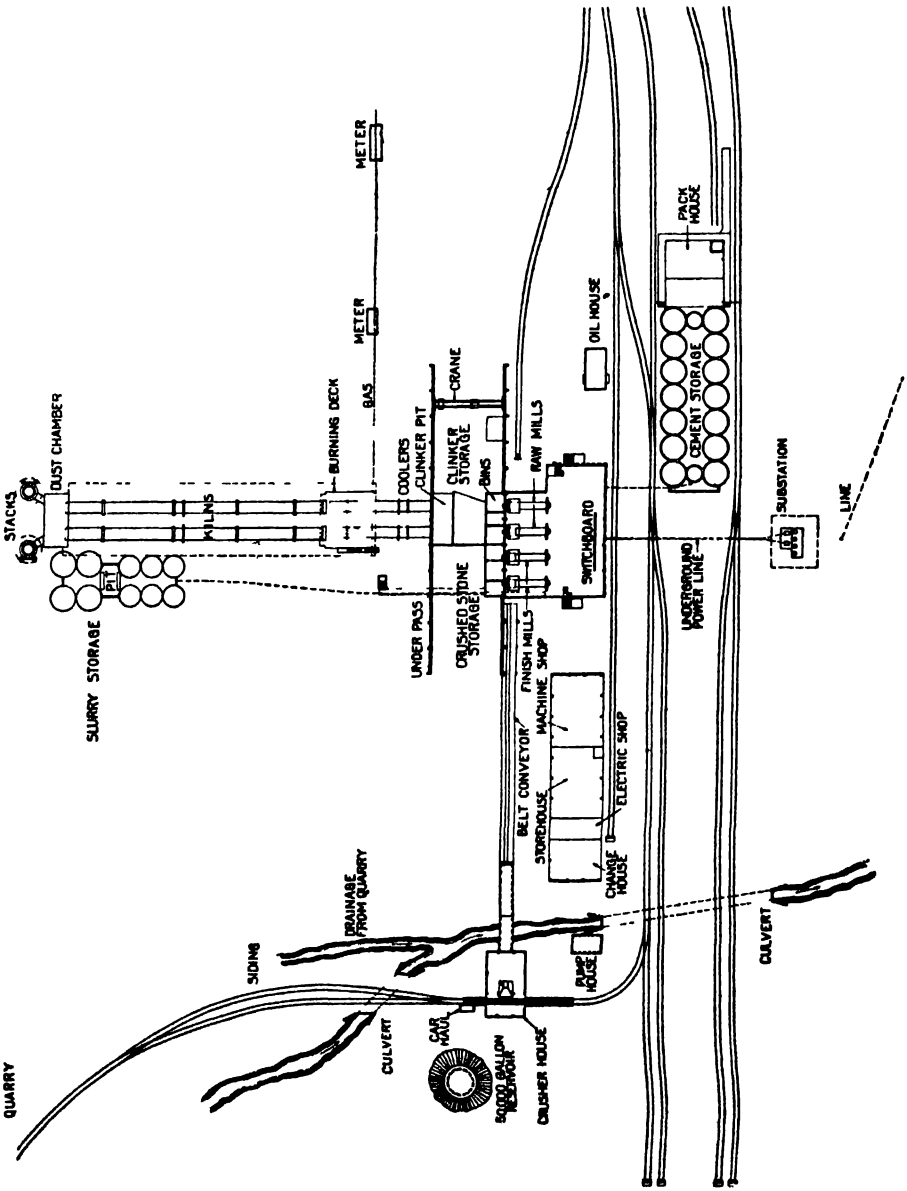


Fig. 2.—Ground Plan of the Republic Portland Cement Co.'s Plant.



Fig 3.—View of Quarry when first opened.

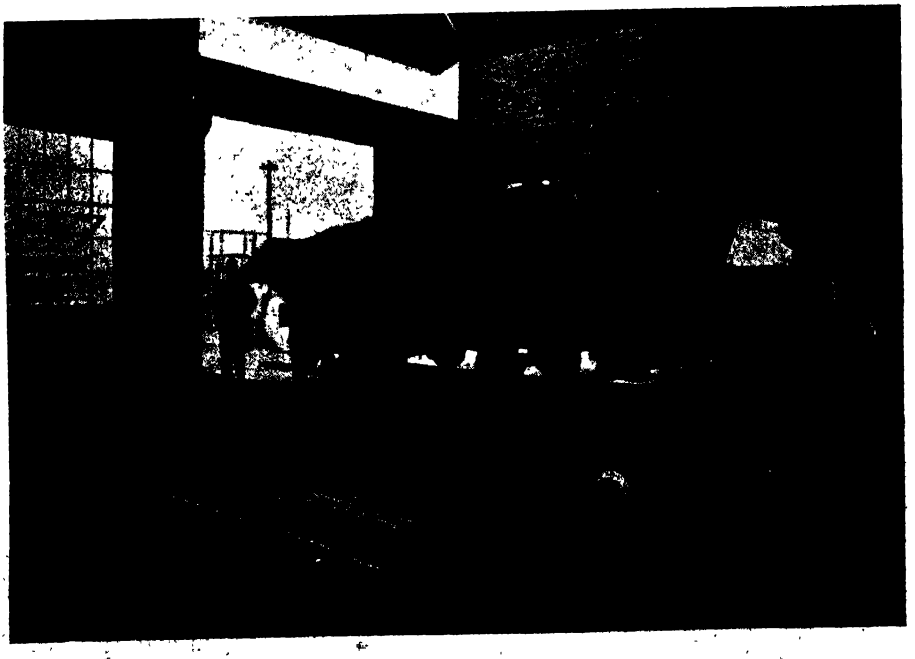


Fig. 4.—Interior View of Crusher House, showing automatic Car-dumper, Feed-hopper and Electrical Controls.

Fig. 3 shows the shovel, locomotive, and trucks and gives an idea of the present quarry. The Keystone and the Ingersoll-Rand wagon drill can be seen in the distance. The small shovel shown in the illustration is not part of the regular plant equipment, but was used in opening up the quarry.

Crushing Plant.

Fig. 1 is a view of the plant from the west, in the foreground of which is the crushing plant. Fig. 2 is a ground plan. The train of six trucks is pushed through the crusher-house so that the last truck is beyond the crusher hopper; the trucks are then positioned by means of an automatic truck pull in the centre of the track. This consists of a chain to which two lugs are attached operating in a guide fastened to the cross-ties. When this chain is working the upper strand is moving in the direction of the crusher. The lugs engage a beam on the bottom of the truck and the latter is thus pulled opposite the crusher hopper, when the chain is stopped. The trucks are then dumped by a Shepherd overhead hoist and a hinged arm and hook, which engages a bar on the back of the truck (see Fig. 4). The trucks when empty are pulled by the chain to the head of an incline, where they are released and run by gravity on to a collecting switch. The chalk is dumped from the trucks into a hopper which is provided with a 42-in. Stephens-Adamson pan-feeder. This automatically feeds the crusher.

The material is readily crushed to mill feed in one operation by a Dixie "Mogul" hammer mill equipped with movable breaker plates. These when wet prevent the material from clogging in the crusher. This crusher was chosen because of its movable plate, which is rather like a heavy pan conveyor. The plate links are very heavy and of manganese steel, and the plate is slowly moved upwards, independent of the hammer shaft, by a small 5-h.p. motor. The crusher is driven by a 250-h.p. motor, the truck hoist by a 17-h.p. motor, and the pan feeder by a 15-h.p. variable-speed motor through a James gear-reducer. The truck-dump, truck-pull, breaker plates, pan-feeder and crusher are operated from controls placed as in Fig. 4. The feed to the crusher is regulated by an ammeter on the crusher motor which indicates overloading when the pan-feeder is stopped or its speed reduced. The trucks can also be dumped gradually and held in any position as shown in Fig. 4. One man can control all the machinery in the crusher-house. This system of central control was worked out by the engineers, Messrs. Richard K. Meade & Co. There is a 10-ton hand-operated box-crane, which spans the entire building, for making repairs to the crusher. The crane runway is on the left-hand wall of the building, and on the ground floor is a bank of three 50-KVA transformers (2,300/440 V.) for the crusher-house.

Storage.

The crushed rock is conveyed from the crushing plant to either the storage or the mill building by a 32-in. troughed belt conveyor, approximately 400 ft. between head and tail pulleys, and with about 75 ft. lift over a 16 deg. rise. The belt has a capacity of 250 tons per hour, with carriers of the three-roller type and alemite lubrication. It is driven by a 40-h.p. squirrel-cage motor through a gear reducer. The belt is provided with a self-propelled tripper which can place chalk either into storage or into any of the bins which serve the raw mills. The storage is situated between the grinding mill and the coolers as shown in Figs. 1 and 2. This storage is 70 ft. by 240 ft. and 61½ ft. from ground to crane rail. It consists of a reinforced concrete runway on which a travelling crane operates. The latter was made by Pawling and



Fig. 5.—Raw material and Clinker Storage and Bins serving the Grinding Mills.

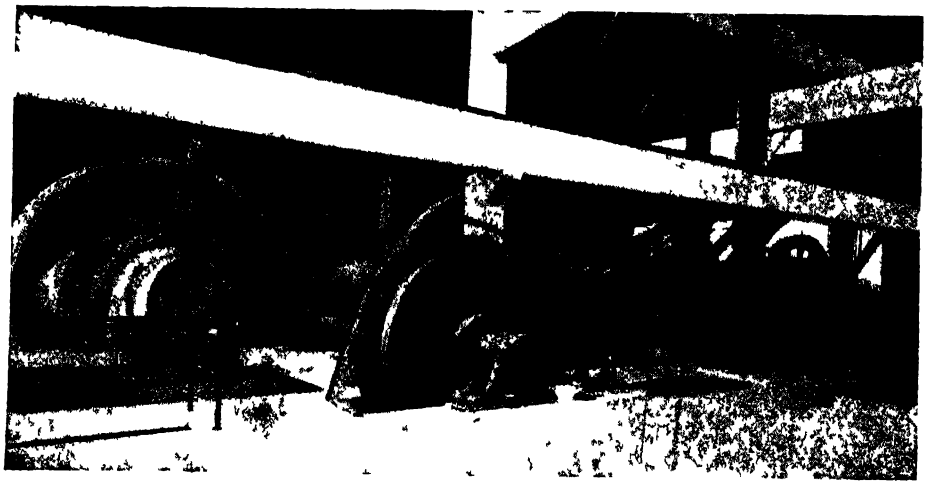


Fig. 6.—Mill Room, showing Grinding Mills and Super-synchronous Motors.

Harnischfeger, and has a span of 70 ft., a capacity of 7½ tons, and is equipped with a Williams 3½-cu. yd. clamshell bucket. Fig. 5 is a close-up view of the storage, mill bins, and crane.

The storage is divided into two parts, for clinker and chalk respectively, by a cross-wall which may be seen in the illustration. The bins shown below the bucket are those above the grinding mills. The crane operator's cage is at the left end of the crane beam. The belt conveyor is behind the crane rail at the right. The crane can deliver the material direct from storage into the bins or distribute material into any part of the storage. The storage will hold about 12 days' supply of raw material and about one month's production of clinker. There is also a large concrete bin for gypsum.

The use of reinforced concrete for the crane runway is made possible by the good footing provided by the soil on which the plant is built. The storage has no concrete side walls, but earth has been banked behind the columns so as to provide a sloping retaining wall.

Mill Building.

Both the raw mill and clinker mill are in the same building (to the left of the storage in Fig. 1). The grinding is done by four Allis-Chalmers "Compeb" mills. They have three compartments: the first is 8 ft. in diameter, charged with steel balls, and receives the material just as it comes from the Dixie crusher; the other compartments are 7 ft. in diameter and charged with "concavex," a grinding medium developed by the Allis-Chalmers Co., consisting of flattened and dished-out balls 1¼ in. and ⅞ in. respectively in the second and third compartments. The length of the entire mill is 40 ft. The first compartment has an outside screen which delivers the ground material from the first compartment. A scoop picks up the ground material and feeds it to the second compartment. Each mill is driven by an 800-h.p., 180 r.p.m. super-synchronous General Electric motor These are directly connected to the pinion shaft of the mill, and no magnetic clutch is required between the motor and the mill. (Fig. 6 shows the mills and motors.)

The mills are fed by table feeders, two feeders to each raw mill. Two of the bins feeding the two outside table feeders of each mill are intended to hold the chalk which is high in lime, while a third bin between the latter two is designed to hold material low in lime, and this bin feeds the two inside table feeders. The proportions of the two materials are regulated by the table feeders. Similarly the clinker mills have three bins, the centre one of which is used for gypsum and the two outside bins for clinker. Like the raw mills, each clinker mill has two feeders. The two outside feeders are used for clinker and the two inside feeders, which are smaller, for gypsum. The two raw mill feeders are each driven by a 5-h.p. direct-current variable-speed motor. A small generator is connected to each of these motors and indicates at the panel board the revolutions per minute made by the feed table. The gypsum and clinker feeders are geared together, and each set of two feeders is driven by a 5-h.p. direct-current variable-speed motor. The feed to the mills can be regulated by the speed of the motor, either by adjusting the scrapers on the table or by raising and lowering the chute from the bins.

The mills are ventilated by a dust-collection system installed by the Northern Blower Company. This provides for about 3,500 cu. ft. of air passing through each of the two exhausters, which are driven by 20-h.p. squirrel-cage motors. The object of the system is partly dust collection, but it also provides ventilation for the mills by allowing a large current of air to sweep through them so that the temperature is suitable for efficient grinding.

Slurry Handling Equipment.

The slurry after being ground drops directly from the screens on the end of the mill into a receiving sump. This is fitted with a horizontal ribbon agitator driven by a 7½ h.p. squirrel-cage motor. The slurry is pumped from this sump into the correcting tanks by either one of a battery of two 4-in. Wilfley sand pumps driven by 15-h.p., 1,200-r.p.m. motors. These sand pumps are now used almost exclusively in America for handling slurry. After comparing the air-lifting system, which has been tried at several plants in America, American

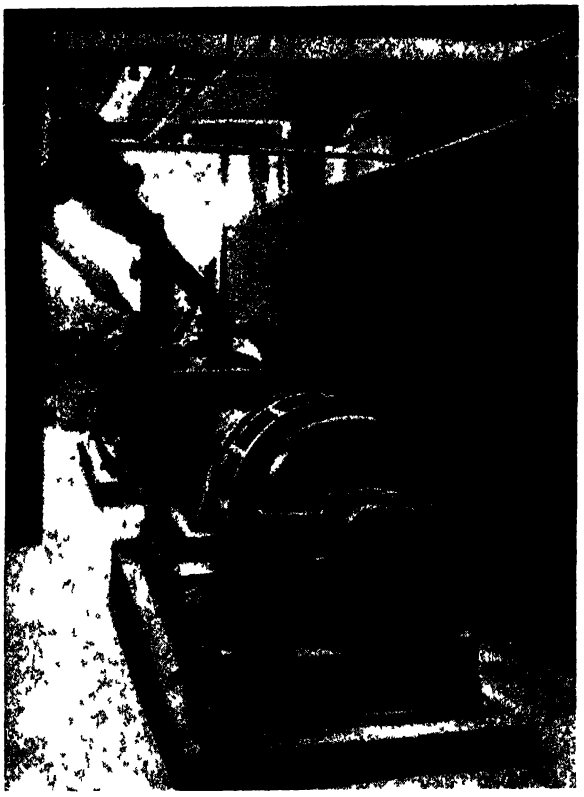


Fig. 7.—Slurry Pumps, Motors and Sump.

engineers prefer the sand pump as the more efficient system because it requires less attention and repairs than the air lift. Fig. 7 shows the raw mill sump, pumps and motors.

There are six reinforced concrete correcting tanks 20 ft. in diameter by 30 ft. high. Each tank is provided with a Meade agitator which consists of a vertical shaft the upper 6 ft. of which is hollow and which has a hard rubber step-bearing. Each shaft is provided with five horizontal arms or sweeps. The hollow shaft carries air to a system of pipes which extends downwards, supported by the agitator arms. The contents of the tank are agitated by the sweep of the arms and also by the air bubbles which pass up from the end of the pipes. The pipes are so arranged that they describe different circles as they revolve, so that all

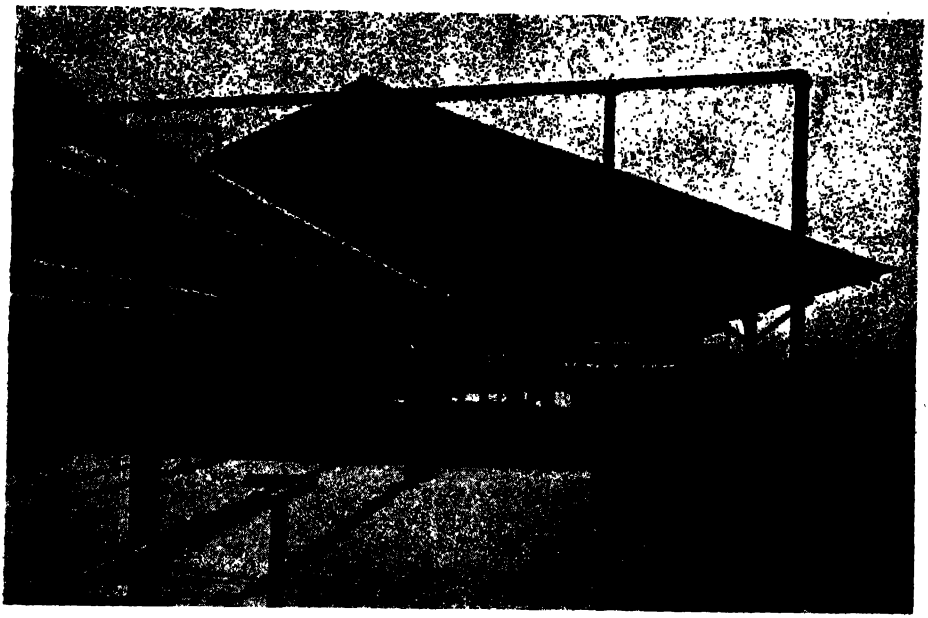


Fig. 8.—View on top of Slurry Tanks showing Drive Mechanism for Agitators, Slurry Lines, etc.



Fig. 9.—Kilns and Coolers.

parts of the tank are agitated. A steel rail hung by a short piece of chain to within a few inches of the bottom keeps the latter free from material. Fig. 8 shows the driving mechanism of the agitators and also the slurry lines and valves.

There are four kiln-feed tanks 24 ft. in diameter by 30 ft. high, equipped with Meade agitators. Slurry of correct composition is made by mixing two or more correcting tanks together in the kiln-feed tanks. After a kiln feed tank is filled

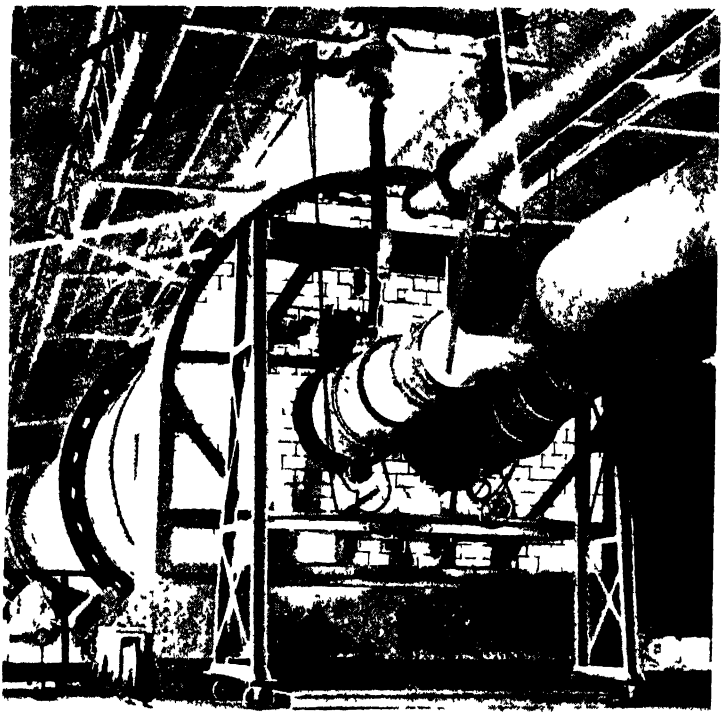


Fig. 10.—Arrangement of Gas Burners and Truck.

it is well blown to give proper agitation. After the tank is mixed the air is reduced until occasional bubbles show it is passing through the lines.

The Wilfley pumps will not handle slurry under a 30 ft. head, consequently it is necessary to run the slurry from the tanks into a sump and from this to the pumps. There is one sump for the kiln-feed tanks and one for the correcting tanks, and these sumps are also fitted with ribbon agitators. Two 4-in. Wilfley pumps are used for the kiln-feed sump and two 6-in. pumps for the sump after the correcting tanks in order to accelerate transfer. One pump is operated and one held in reserve for each sump. The slurry lines are so interconnected that slurry can be delivered from practically any tank to any other tank desired. All slurry lines are equipped with Merco-Nordstrom valves. These are lubricated, straight-way valves, and are generally used on slurry lines in America.

Kilns and Coolers.

There are two kilns, 11 ft. in diameter by 250 ft. long, with four supports. They have a rated capacity of 1,750 barrels each, but are expected to produce at least 2,000 barrels each. The kilns with the slurry-tanks in the foreground are shown in Fig. 9. Each kiln is fed by what is known as a "ferris wheel," consisting of a disc to which are fastened ordinary elevator buckets, which dip in a box of slurry and discharge into the spout which feeds the kiln. The kilns are lined in the clinkering zone with high alumina brick, and in the remainder with fire-clay brick. The stack chambers are of reinforced concrete insulated with heat insulating brick between the concrete and the brick lining. The kilns are heated by natural gas which enters the plant at a pressure of 200 lbs., and which is reduced to 6 ozs. at the burners in three stages: 200 lbs. to 50 lbs., 50 lbs. to 12 lbs., and 12 lbs. to 6 ozs. The reducers for the first two stages are situated, together with the meters, in two small houses about 200 ft. to one side

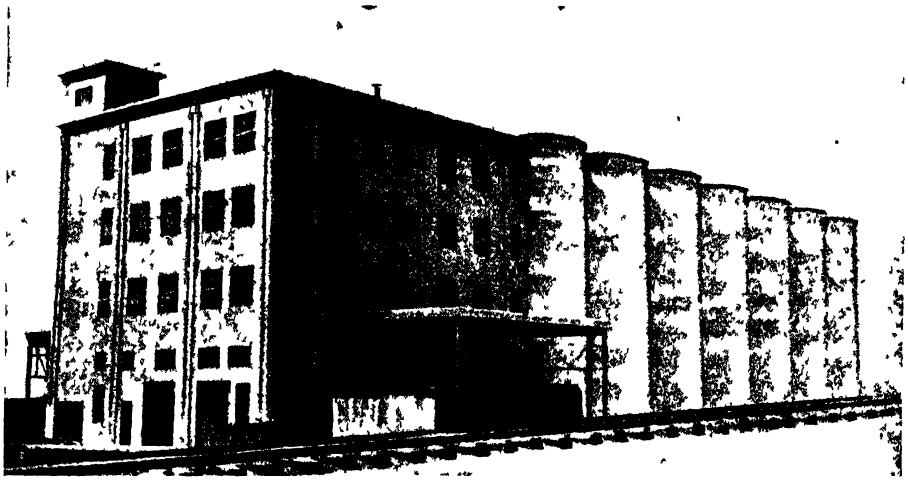


Fig. 11.—Storage for Cement, and Pack House.

of the kiln room; the reducer for the third stage is in the kiln room itself. Each kiln is equipped with two 23-in. Kirkwood gas burners suspended from a truck, and connected with both the air and gas lines by flexible tubing. Wash leather is used for the air tube and 4-in. rubber hose for the gas. This flexible setting allows the burners to be inclined at any angle to the centre line of the kiln (see Fig. 10). Leeds and Northrop pyrometers and draught gauges are installed in each kiln stack. Air for the burners is supplied by a 90-in. Buffalo blower.

The kilns are driven by 75-h.p. variable-speed direct current motors, and the ferris wheel feeders by 5-h.p. direct-current variable-speed motors. The feeders and kiln motors are so interlocked that when the kiln is stopped the feed is also stopped. The Buffalo blower is driven by a 100-h.p. 900 r.p.m. squirrel-cage motor.

There is also installed stand-by equipment for burning oil in case the gas supply at any time becomes inadequate. This consists of oil burners designed

by Meade, and the usual pumps to supply these. Air is supplied at 2 lbs. pressure by means of a General Electric direct-connected motor turbo-compressor. The oil burners are inserted in the openings in the hood used for gas, after the burners for the latter have been disconnected.

Each kiln has a reinforced concrete stack 9 ft. in diameter, 200 ft. high, connected to the kiln by a steel flue with a brick lining. The stacks are provided with sliding dampers for draught control. At present power is purchased, but provision has been made for installing waste-heat boilers. Should these be needed, the same stacks can be used by removing the present steel flue and making other connection.

Each kiln has a rotary cooler 10 ft. in diameter by 100 ft. long, driven by a 50-h.p. 900-r.p.m. motor. The coolers discharge directly into a clinker pit in the main storage; the pit will hold about 12 hours' production of clinker. The clinker is transferred from this pit either to the mill bins or elsewhere in the storage by crane and bucket.

Storage and Pack House.

The storage consists of 14 large silos, two small silos, and an intermediate bin. The large bins are 24 ft. inside diameter and the small ones 15 ft. The intermediate bin is approximately 15 ft. by 135 ft. The total capacity of the storage is 150,000 barrels. The arrangement of these bins is shown in Fig. 2. Three tunnels run through the silos, and the bins have Meade self-emptying bottoms. Screw-conveyors are used (one in each tunnel) to carry the cement from the silos to elevators which convey it to the bins above the packers. There are two of these elevators, one of which is a stand-by. The packing-house and silos are shown in Fig. 11.

The packing-house is fitted with four Bates 4-spout packers, and arrangements are made for packing either in lorries or trucks. A loading belt-conveyor carries the filled bags from the packers to the railway trucks. Return bags are received on a special platform and track from whence they are raised by means of a platform elevator (supplied by the Otis Elevator Company) to the third floor of the pack-house, where the bundles are opened and the bags fed to the cleaner. The bag cleaner is of the continuous type, the bags being fed in at one end and dropped out at the other. It is simply an inclined screen of heavy wire cloth through which the bags pass. The screen is provided with tumblers which pick the bags up and drop them. A current of air which discharges into a dust collector is passed through the screen, carries away the dust and gives clean bags. The latter drop on to a slow moving belt and are sorted by hand. A system of screw conveyors handles the dust from the cleaner, dust collectors, and spill from the packers, etc. The bag-cleaning wheel was made by the Monarch Bag Company, and the dust-collection system supplied by the Northern Blower Company.

Electrical Equipment.

Power is received at 13,200 volts (3 phase, 60 cycle) and transformed first to 2,300 volts by means of three 3,750 k.v.a. outside transformers, at which voltage it is distributed to the various departments of the plant. All large motors (above 100 h.p.) are 2,200 volts, and small motors 440 volts. Banks of three transformers at various places round the plant reduce the voltage for the smaller motors. Variable speed motors are all direct current. For lighting there are

three 37½ k.w. transformers with storage battery and automatic change over. There are two motor generator sets for furnishing direct current for exciting and for the kiln motors, etc. There are 75 to 80 motors in the plant aggregating 6,600 h.p. Present requirements are about 18 k.w.h. per barrel of cement.

The switchboard is situated behind the mill room (see Fig. 12). It is 49 ft. long, with panels for various departments. The synchronous motors are started from this switchboard. The oil switches, general switchgear, compensators, and transformers are in the basement.

In order to reduce peak-loads to a minimum, the switchboard is fitted with an Edmoore demand limitator, so arranged that when the demand rises to a certain point the compressors are first unloaded one at a time If this does not reduce the load below the desired peak, one of the raw mills, and finally the other, is unloaded in succession.



Fig. 12.—Switchboard and Motor Generator Set.

Practically all American mills to-day are employing synchronous motors for driving tube mills The General Electric type of supersynchronous motor which is used here has a stator which rotates at the start and is phased-in with the rotor stationary. The stator is fitted with a band-brake around it Upon application of this brake to the stator frame, all the pull-out torque becomes available to bring the rotor and mill up to speed, while slowing the stator to a standstill. These motors are started from the main switchboard, which is in the mill-room just behind the motors (The compeb mills and synchronous motors are shown in fig. 6.) A 5-ton hand-operated box-crane is installed above the motors, etc., as shown in Fig. 12.

Miscellaneous.

The kilns, coolers and grinding machinery were supplied by the Allis-Chalmers Mfg. Co , Milwaukee, Wis , and nearly all the electrical equipment by the General Electric Co.

The officers of the company are Messrs. J. H. Smith (President), Wm. M. Thornton (Vice-President and General Manager), B. R. Collins (secretary), L. O. Cox (sales manager), A. F. Sayers (general superintendent), and G. P. Horn (chemist).

Waste-Heat Boilers.

By A. C. DAVIS, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(WORKS MANAGING DIRECTOR, ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

THE waste-heat boiler as applied to cement works has been developed chiefly in the United States of America, by reason of the more general use there of the dry process, with its large surplus of heat in the kiln gases. Installations also exist in dry-process works on the Continent.

The first installation on record was in 1902 at the Cayuga Lake Cement Company's plant, but this and several more of the early plants were unsuccessful owing to difficulties with the dust and the absence of fans for providing the increased draught required. There appear to have been three successful plants in 1915, and in 1921 waste-heat boilers were beginning to be regarded in the U.S.A. as almost a normal part of a cement works' equipment when operating on the dry process.

The gases from a dry-process kiln seldom, if ever, escape at a temperature lower than 1,200 deg. F., and under these circumstances the waste heat is —or was until a few years ago—in many cases sufficient to provide all the power required for manufacture. This is dependent on the raw materials not being unduly hard and containing very little moisture, so that the heat required for drying is moderate in quantity. In some cases this drying can be done with the waste gases after they have passed through the boilers. The case is not quite so strong under modern conditions, owing first to the use of longer kilns, resulting in lower coal consumption, and also to the development of finer grinding, which calls for a much greater consumption of power.

There are several comparatively modern works in the U.S.A. using the wet process, in which waste-heat boilers are understood to provide all the steam required with efficient turbo-generators and electric drives throughout, but it is very doubtful if this object is attained without burning more coal in the kiln than is necessary for clinker production in the best modern practice.

All installations for the utilisation of waste heat demand special care in the design and operation of the works, owing to steam production being entirely dependent on the operation of the kilns. It is necessary to arrange the plant so that the load is regular, and so that stoppages of the kilns (which should, of course, be few) will not prevent the maintenance of full output in other departments. It is generally desirable to have one coal-fired boiler under steam to balance the load and carry on the essential operations during kiln stoppages.

There has been much controversy as to the relative merits of the unit system (one kiln, one boiler) and one involving a connecting flue which acts as a collector for all the gases from the kilns and a distributor to the boilers. The latter arrangement undoubtedly affords greater flexibility, but some additional loss of heat is inevitable, and in many cases the cost of the flues and the necessary connections and dampers appears to be excessive in relation to that of the boilers themselves. Such flues require careful designing in order to provide adequate passages for the hot gases, and at the same time to minimise loss of heat through the flue walls. In most plants there is an external steel casing, with a layer of insulating bricks between it and the fire-brick lining.

At one works visited in 1921 it was stated that the loss of temperature between the kilns and boilers was only 20 deg. F. In this installation the

connecting flue, which was common to all the kilns, was particularly elaborate, and the loss of heat appeared to be remarkably small—a result obtainable only with the most careful design and construction.

Where the unit system is adopted, a by-pass is desirable to maintain continuous kiln operation in the event of the boiler having to be shut down. The omission of a by-pass has in some cases caused considerable inconvenience,

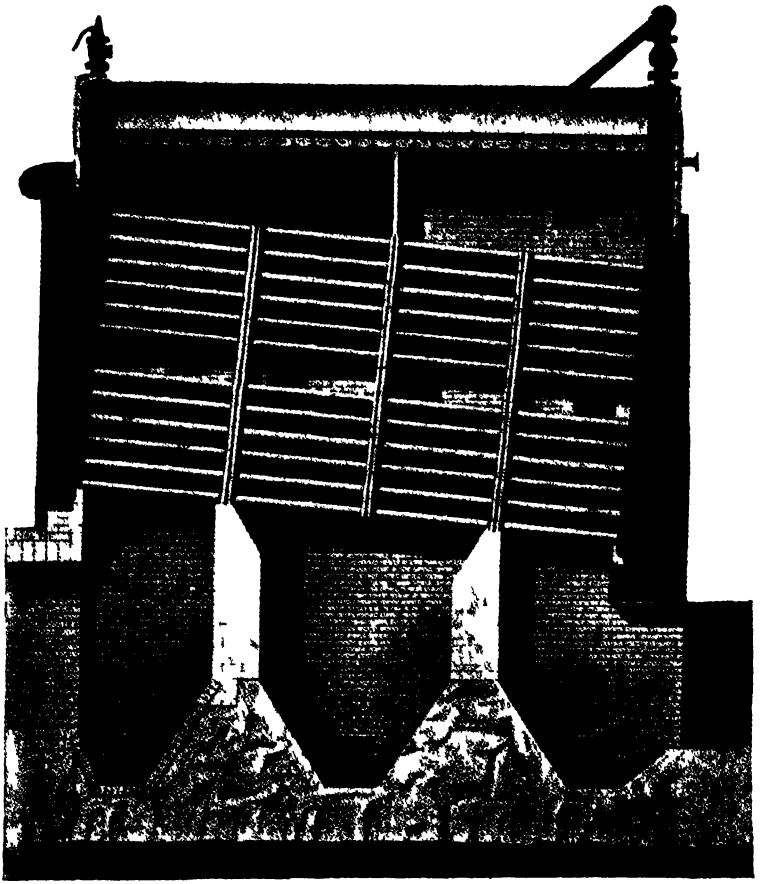


Fig. 1.

but if it is provided the unit system has much to commend it, on account of its simplicity, and consequently lower capital cost, as well as the greater efficiency due to lower heat loss in the connecting flues.

In the early days of the waste-heat boiler there appears to have been a tendency to burn excessive coal in the kiln to increase the steam production. At one time it was even the practice at some plants to adjust the air supply to the kilns so as to produce about 5 per cent. of carbon monoxide in the gases. With kilns working on the dry process the temperature at the back end was high enough to cause combustion of the carbon monoxide when additional

air was admitted between the kiln and the boiler, thus further raising the temperature of the gases at this point. In some cases these practices were probably necessitated by the fact that old-fashioned power plant was still being used, and they became unnecessary as this was replaced by modern turbines with lower steam consumption.

The use of excessive coal in the kiln in order to make steam is, of course, misleading as regards the coal consumption for burning only, but it does not necessarily follow that the practice is really wasteful. If the coal supply fed to the kiln were reduced the steam thus lost would have to be made up from

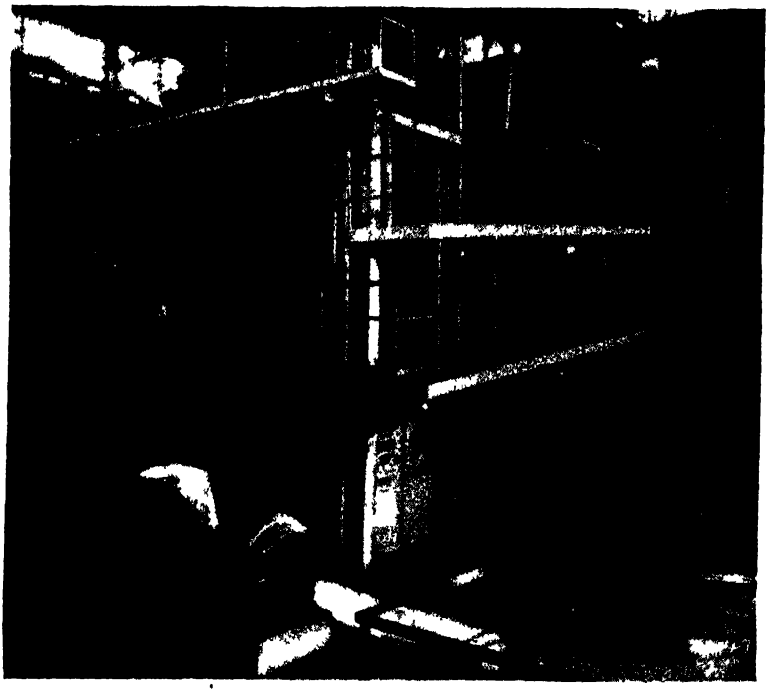


Fig. 2.

separately-fired boilers. Now it is recognised that in the rotary kiln the combustion of the coal takes place under the best conditions, enabling the operator to avoid producing carbon monoxide while using a minimum of excess air. A boiler is not so favourably situated in this respect. The combination of the rotary kiln and waste-heat boiler might therefore be considered as providing ideal conditions for combustion, with boilers entirely removed from the furnace and therefore subject to a minimum of deterioration. Each case must be considered on its merits, and when the total fuel for both burning and power is considered there may be cases where the combination appears attractive, even if more coal is burnt in the kiln than is necessary for clinker production only.

The question of dust requires special consideration, and it is the practice to fit steam jets to remove dust from the heating surface at least once a day.

In some cases fixed jets were originally provided, but they resulted in impingement at definite points causing local erosion. Portable lances are more satisfactory, and, if suitable openings for their use are provided and the lances intelligently used, no difficulty need be anticipated from dust.

In England the waste-heat boiler has not been generally adopted for many reasons. The chief of these is, no doubt, the almost universal use of the wet process of manufacture, which was in turn dictated by the soft and wet nature of the raw materials commonly used. In some of the older works the arrangement of the plant would have made the application of the system difficult,

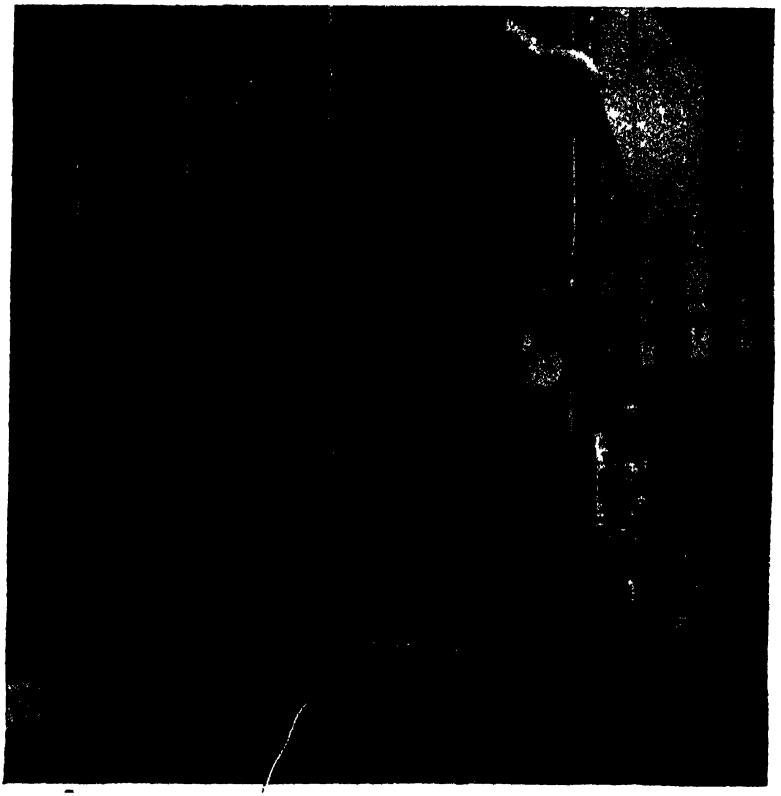


Fig. 3.

and the full advantages could not be gained without at the same time installing electric generators with motor drives. Such an installation involves very heavy capital expenditure which might not show an adequate return.

With the temperature at which the gases were allowed to escape a few years ago, even from wet-process kilns, waste-heat boilers were not an unattractive proposition under suitable conditions, but other factors have arisen. Whereas in the dry process no other use can be made of the heat in the gases available after the dissociation of the calcium carbonate, in the wet process no theoretical limit for fuel economy is reached until the gases are reduced to the boiling point of water. The useful application of this low-grade heat in the kiln presents

difficulties, but great developments have taken place in the last few years, and it is now possible in many cases to reduce the temperature of the gases in the kiln to almost as low a figure as can be economically secured in a waste-heat boiler.

In the consideration of the relative cost and advantages of the two methods of utilising the heat many factors are involved The decision may, however, be affected by a reason outside the technical range but of considerable financial importance, namely, the purchase of power from outside sources Only a few years ago it was impossible to buy power at prices comparable with the actual cost of generation at the works, even with plant of moderate efficiency, but with the advent of the super power station and long-distance transmission both the cost of power delivered to the works and the security of supply are

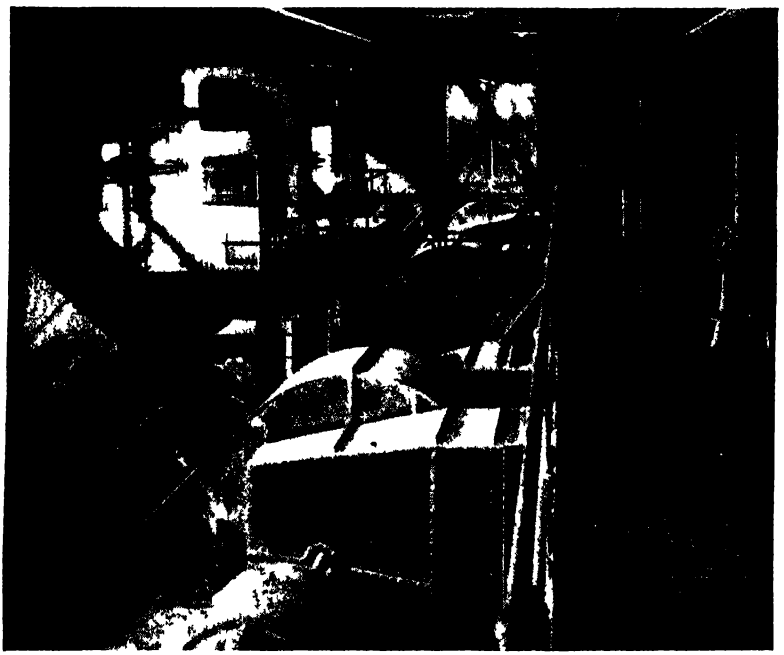


Fig. 4

such that manufacturers may avoid the heavy capital expenditure involved in power plants and the trouble of running them

Boilers installed for the recovery of waste heat may be of the water-tube or gas-tube type The former was developed in the United States very largely by the Edge Moor Co , and also by the Babcock & Wilcox Company. A section through a boiler of the water-tube type is shown in fig 1, from which it will be noted that the boiler tubes are baffled to give the gases four passes, thus ensuring a high velocity in passing over the tubes

A typical illustration of this type of boiler in connection with a wet-process plant is given in fig. 2, which refers to a plant installed by the Dewey Portland Cement Company near Davenport, Iowa Two kilns, 11 ft. by 175 ft., with a capacity of 250 tons per day each, were erected in 1926, and a third in

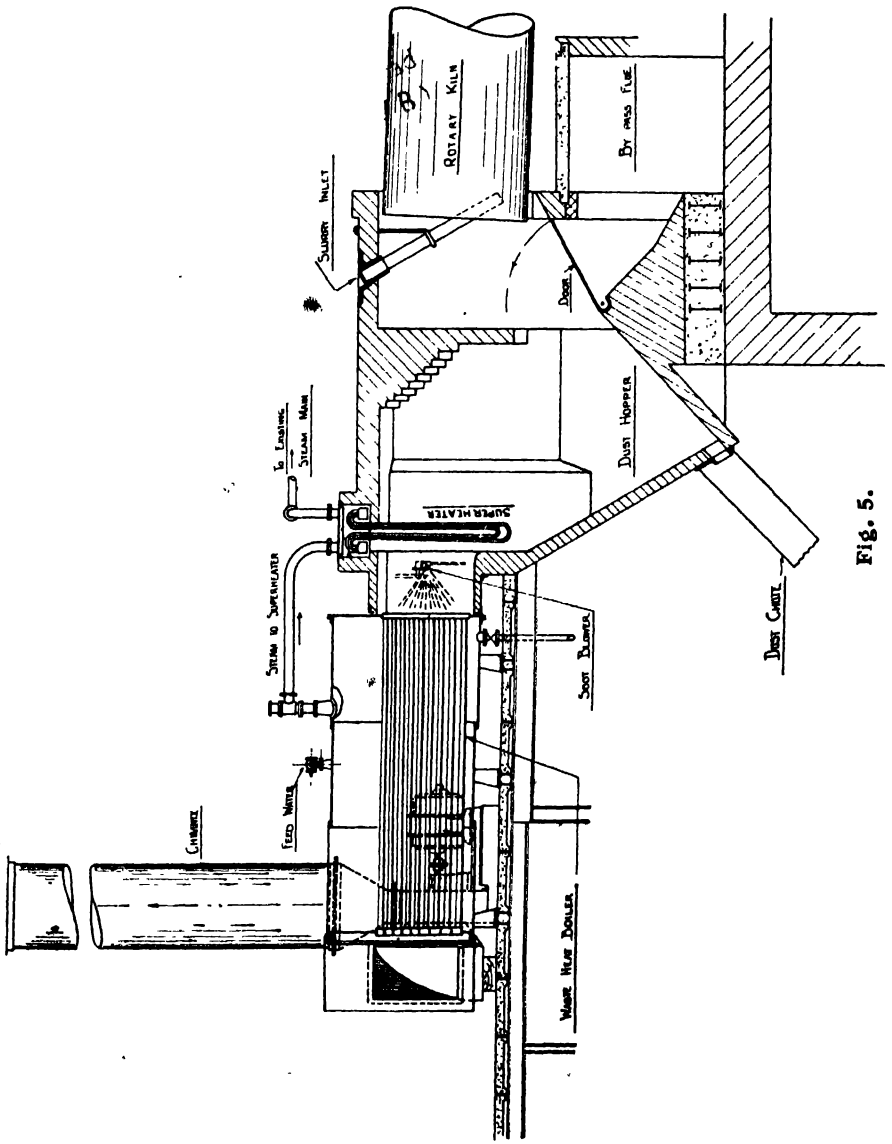

Rotary Kiln
By pass flue
Slurry Inlet
Dust Hopper
To Engine Steam Main
Superheater
Steam to Superheater
Soot Blower
Feed Water
Casing
Waste Heat Boiler
Dust Chute

Fig. 5.

1929. Each of these kilns is equipped with a 900-h.p. Edge Moor four-pass boiler with economisers, superheaters, and fans. This plant is reported as providing all the power necessary for manufacturing purposes, including electric shovels and stone crushing. Fig. 2 shows the first two boilers; the dust chamber can be seen between the kiln and boiler. In this case the economiser is placed underneath the fourth pass. On the right is seen a space reserved for the third boiler, which has since been installed.

At the Marquette Company's Works at Oglesby there are eight 1,000-h.p. Edge Moor boilers with economisers, superheaters and fans generating steam from the waste gases of kilns, which produce 1,300 tons of cement a day, and a further plant, consisting of two 11 ft. by 200 ft. kilns, producing 800 tons a day has been added. The last two kilns were equipped with three 1,500-h.p. Edge Moor boilers with economisers, any two of which are sufficient to make full use of the waste gases. The eleven waste-heat boilers on these two combined works are stated to be the only source of steam available, with a power plant which supplies all power necessary for mining and other departments, as well as for the actual manufacture. Fig. 3 shows the arrangement of these boilers with the shutters open, giving access to the tube caps, and fig. 4 shows the economisers and fans.

For small installations the gas-tube boiler has some advantages over the water-tube type, the chief being the substantially lower cost due to the simpler setting and the absence of infiltration of air around the boiler heating surface. Difficulties arise, however, with large units on account of the shell thickness required. Fig. 5 shows a sectional view of a gas tube boiler installed at one of the works of the Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., in 1923, in connection with a small kiln then running, which produced 3½ to 4 tons of clinker per hour with slurry containing 42 per cent. of moisture. The simplicity of the arrangement is noticeable, and this comparatively small unit proved satisfactory and economical. During starting moisture was condensed from the gases in the tubes, which collected the dust and formed cakes, but this trouble was eliminated by bringing the water in the boiler to a temperature slightly over boiling by means of steam from other boilers before the waste gases were passed through the tubes. After this precaution no other trouble was experienced with dust, which was blown out of the tubes periodically by steam jets carried on a swivelling pipe, as shown in fig. 5.

An elaborate series of tests was carried out on this installation, and over a period of eleven weeks with an average gas temperature of 758 deg. F. at the superheater inlet the average evaporation was 985 lb. of steam per ton of clinker at a pressure of 130 lb. per sq. in. and a temperature of 485 deg. F.

The laws governing the transfer of heat in such gas tubes were very fully investigated by Lowford H. Fry, and the results of his investigation are given in a paper read before the American Society of Mechanical Engineers, December, 1917. The tests made on the boiler described fully confirmed the accuracy of Fry's Law.

Conversion of Measurements in Translations.

IN all translated articles, units of weight, measure, etc., are converted approximately into English or metric units.

The Rotary Kiln in Cement Manufacture.—III.

By W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

DESCRIPTION OF A ROTARY KILN TEST.

It is now proposed to describe in detail a test for six days of a typical wet-process rotary kiln. A general plan of the plant is shown in Fig. 17. The coal store is a plain shed with a concrete floor. The coal is delivered in railway wagons, the rail level being about 10 ft. above the coal store floor. In ordinary working the coal is not weighed; it is wheeled in barrows to the 9 in. by 24 in. crushing rolls. There is no feed gear. The rolls are set about 1½ in. apart, and serve to break up the larger lumps. The coal is elevated and delivered directly to the drier without any intervening hopper or feeder. The coal drier is 5 ft. diameter and 50 ft. long. It is heated by a separate furnace.

From the drier the coal is elevated to a hopper of 1 ton capacity over the ball mill. Each tube mill is provided with a small hopper of 250 lbs. capacity only, and an arrangement is provided to pass the ball mill delivery to any two of the mills.

Leaving the tube mills, the fine coal is elevated to a powdered-coal hopper 12 ft. 6 in. in diameter and holding 20 tons.

The coal is delivered from the hopper by a feed gear similar to that shown in Fig. 4*. The screws are each 4½ in. diameter by 2 in. pitch, and the speed variation is from 100 to 150 r.p.m.

Rotary Kiln.—The kiln is 8 ft. 6 in. in diameter and 202 ft. long, with a clinkering zone 10 ft. in diameter and 40 ft. long. The firebrick lining is 8 in. thick in the clinkering zone, followed by 55 ft. of lining 6 in. thick and 92 ft. of lining 4½ in. thick. The volume inside the lining is 9,354 cubic feet.

The kiln has two speeds obtained by two sets of fast and loose pulleys; fast speed 0.95 r.p.m.; slow speed 0.76 r.p.m. The slope of the kiln is 1 in 25.

There are no slurry lifters, but there are 150 cast-iron brackets in the last 95 ft. of the kiln. The brackets are 3 in. wide and project 12 in. from the face of the firebrick. The total exposed surface is only 75 square feet.

Rotary Cooler.—The cooler is generally 5 ft. 6 in. diameter inside the shell plates, and 67 ft. long over all. There is an enlarged end 7 ft. in diameter and 8 ft. long. Slope of cooler, 1 in 16.7. R.p.m. of cooler, 3.16. The internal arrangements of the cooler will be further described when dealing with the cooler-shell radiation. Owing to the configuration of the ground the cooler is placed at right-angles to the kiln.

Clinker Chute.—The connection between the cooler and kiln is shown in Figs. 18 and 19. There is a gap between the cooler end and the face of the wall through which a certain amount of cold air enters the kiln, and 3 to 4 per cent. of the hot clinker is spilled out on to the ground. Originally there was

*For Figs. 1-7, see January number; Figs. 8-16, see March number.

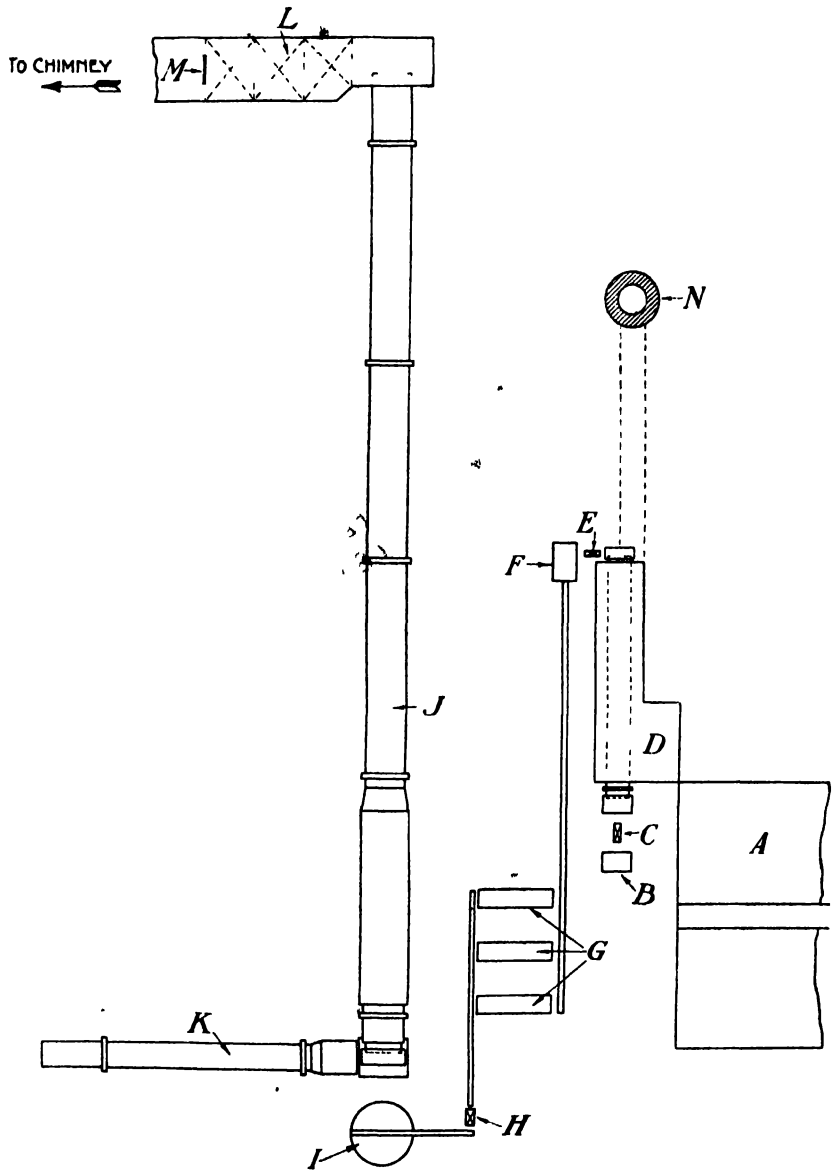


Fig. 17.—Key Plan of Works.

A—Coal store; B—Coal rolls; C—Elevator; D—Coal drier with furnace; E—Elevator; F—Kommor; G—Tube mills; H—Elevator; I—Powdered coal hopper; J—Rotary kiln; K—Cooler; L—Dust chamber; M—Kiln damper; N—Chimney for coal drier.

TEST SHEET for KILN.

Kiln diameter inside shell, 8 ft. 6 ins. ; ***length,*** 202 ft. 0 in. ***Clinkering zone,*** 10 ft. 0 in. dia. inside shell, by 40 ft. long. ***System***—Chimney Draught.

Date.	KILN			SLURRY			RAW COAL			FINE COAL			CLINKER	WASTE GASES			TEMPERATURES		
	Time available for running. Minutes.	Actual running time. Minutes.	Kiln average. R.P.M.	Water. Per cent.	$CaCO_3$ per cent Free of organic matter.	Residue on 190².	Amount weighed to drier. Tons.	Moisture entering drier. Per cent.	Moisture leaving drier. Per cent	Residue on 180².	Residue on 190².	Calorific value B.T.U's per pound. Dry.	Tons per hour, reckoned dry.	CO_2.	O_2	CO.	Clinker leaving cooler. Fah.°	Kiln exit gases. Fah.°	At base of Chimney. Fah.°
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
12 Noon July 14 to 12 Noon July 15	1440	1308	0.91	44 3	77.1	7 0	52 70	1 90	1 10	10.0	0.31	13,380	7.15	17 9	7 0	None	304	930	605
12 Noon July 15 to 12 Noon July 16	1440	1360	0.93	45.0	77.1	7.3	56.00	1.92	1.19	12.3	0 50	13,640	7 05	21 1	4 5	do.	291	918	597
12 Noon July 16 to 12 Noon July 17	1440	1354	0.91	45 0	76 7	6 7	49.00	1.87	1.11	8.6	0 24	13,980	7 04	21 4	4 3	do.	303	876	602
12 Noon July 17 to 12 Noon July 18	1440	1319	0·91	44.7	76.6	6 3	46 50	1.86	0 98	8.6	0·21	13.430	6 96	22.8	3.2	do.	297	894	583
12 Noon July 18 to 12 Noon July 19	1440	1330	0.90	44.7	76.5	6.4	45 00	1.82	1.08	7 4	0.47	13,480	6 75	19.8	5.5	do.	291	840	583
12 Noon July 19 to 12 Noon July 20	1440	1325	0.91	44.2	76.5	6.5	33 60	1.73	0.88	7.2	0 46	13,170	6.90	23 3	2 8	do.	304	846	575
Averages ...	—	(hours) 133.3	0.91	44.6	76.7	6·7	282.80	1.85	1.06	9.02	0.36	13,513	6.97	21.1	4.5	None	298	884	591

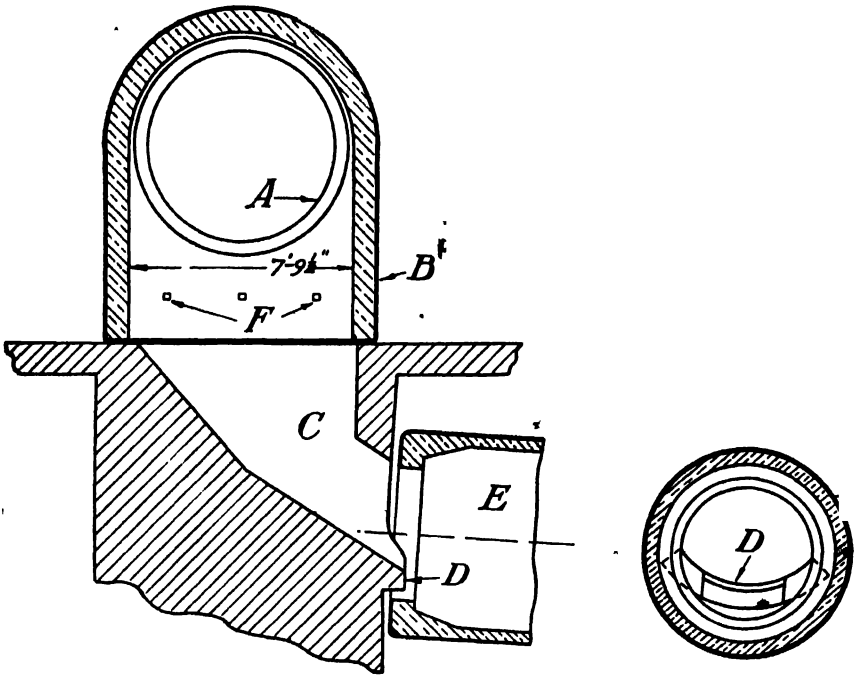
a cast-iron clinker chute lined with firebrick, but this was removed and the arrangement shown on Figs. 18 and 19 substituted. The minimum area of the clinker chute, in cross section, is 9 sq. ft.

Slurry Feed.—A rotary feeder is provided similar to that shown in Fig. 3. The extended shaft of the feeder projects over the end of the kiln, and it is driven by a belt from the kiln shell. The kiln-burner increases the feed at times by putting a block of wood in the overflow pipe.

Coal Firing Nozzle.—This is a plain pipe of 6 in. bore, projecting 16 in. into the end of the kiln.

Horse Power Required.—The average horse power used is: kiln, 33.0; cooler, 8.0; coal-firing fan, 4.0.

Kiln Flues and Chimney.—Leaving the kiln, the waste gases pass through a



Figs. 18 and 19.—Clinker Chute and Cooler End: Two Views.

A—Kiln end; B—Kiln hood; C—Firebrick clinker chute; D—Projecting lip; E—Cooler end; F—Gauge openings in front of kiln hood.

dust chamber of 4,700 cu. ft. capacity, which intercepts about 0.45 tons in 24 hours. The chimney is approximately 300 ft. high.

Kiln Test Sheet.

Referring to the Kiln Test Sheet, it will be seen that the period was six days only, the figures being made up to 12 noon on each day.

The coal was weighed from the store in barrows, over a platform weighing machine in 2½ cwt. lots, and then tipped to the coal rolls.

Previous to starting the test, the coal drier was run without feed for 1 hour, the ball mill hopper was run empty and scraped out, and the ball mill and tube mills were stopped on full feed immediately the hopper was empty. The upper surface of the coal in the large fine-coal hopper was levelled, and the depth from the top measured at 12 noon when the test started. At the end of the test all the conditions were observed again, so that the only correction to be made to the amount of coal weighed was that for the difference in level in the fine-coal hopper at the beginning and at the end of the test.

Referring again to the test sheet, the actual running time of the kiln in column 2 is obtained in the first instance from the burner. The burner on each 8-hour shift records the time the kiln is stopped and the reason for the stoppage. A speed recorder was driven from one of the shafts of the kiln driving gear, and, the kiln stoppages being recorded on the chart, a check on the kiln running time is thus obtained.

A sample chart is shown in Fig. 20. It shows clearly when the kiln was on the fast speed and when on the slow speed, also the duration of the stops.

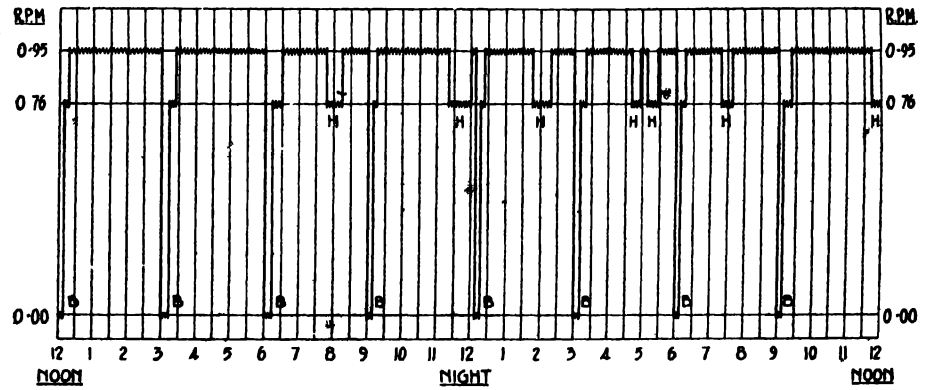


Fig. 20.—Kiln Speed Chart.

It will be noticed that after each stop the kiln was placed on the slow speed (but with full coal feed) for a short period in order to warm up. The kiln stops shown every three hours (marked B on chart) were made for the purpose of obtaining the actual delivery of the coal-feed screws per 100 revolutions. For this purpose a by-pass arrangement with deflecting valve was fitted, so that the coal leaving the feed screws could be delivered into a bag for about one minute and then weighed. The number of revolutions made by the coal-feed screws was recorded by a counter throughout the test.

In this manner a figure was obtained for the average weight of fine coal discharged per 100 revolutions of the feed screws. This figure multiplied by the total number of revolutions made should give the weight of dry coal entering the kiln. Making suitable corrections, there was close agreement on this particular test between the weight of coal so estimated and the weight of raw coal used as obtained by weighing. Such close agreement, however, was not always obtained.

The periods for which the kiln was on slow speed, independently of those due to the coal by-pass arrangement, are marked H on the chart. They are

relatively few in number, and would probably have been less but for the disturbance to the working of the kiln caused by the coal by-pass stoppages.

The general conclusions drawn from the chart are that the kiln speeds were suitable for the slurry feed used, and that the coal feed and the slurry feed were both uniform in working.

At some plants a similar chart showed that the kiln speed was changed two or three times per hour, thus indicating an irregularity in working which had to be traced.

Column 3.—A revolution counter was driven from a shaft of the kiln-driving gear, the ratio of the r.p.m. of the shaft to that of the kiln being known. The counter was read at 12 noon daily, and from the total number of the kiln revolutions in 24 hours and the actual running time the average r.p.m. of the kiln were obtained.

The slurry data, as recorded in Columns 4, 5 and 6, is obtained by the chemical staff at the works as part of their routine, which goes on whether a kiln is being tested or not. The method of obtaining the data in Columns 7 to 12 has already been described.

Column 13.—The clinker leaving the cooler fell into a rotary weigher of the type indicated in Fig. 8. The delivery from each compartment was checked several times daily on a platform weighing machine, and was found to range from 64.2 to 66.9 lbs. Leaving the rotary weigher the clinker was elevated, and it was found convenient to deliver it into trucks of 24 in. gauge. It was then re-weighed over a platform weighbridge, the total weight for the six days being thus obtained. An average delivery of 65.3 lbs. per compartment was deduced for the rotary weigher.

Columns 14, 15 and 16.—The waste-gas analysis was made by an Orsat apparatus at regular intervals throughout the day.

Columns 17, 18 and 19.—The temperature of the clinker leaving the cooler was obtained by catching the discharge in a wooden box of 6 in. cube and inserting a mercury thermometer. Considerable care is necessary, otherwise the reading obtained is too low. The kiln-exit gas temperature was taken on a single-thread recorder.

The temperature at the chimney base was observed at regular intervals by a pyrometer and portable indicator, and the readings averaged for a daily result. In this case the connecting flue between the kiln and chimney is of exceptional length, viz., 95 yards, and the fall of temperature between the kiln exit end and the chimney base, due mainly to the inleakage of cold air, will be noted.

(To be continued)

Notice.

All articles published in CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, in whatever language, are strictly copyright and may not be reprinted in other journals or in the form of catalogues without the permission of the proprietors, Concrete Publications Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, England.

Cement "Complaints."—II.

By H. A. HOLT.

(Continued from February number.)

A complaint was investigated in which reinforced concrete lintels rendered with cement mortar had failed in that the rendering had come clean away. On analysis it was found that the concrete of the lintel contained 14.5 per cent. of coal derived from the breeze aggregate, while the rendering had been applied in one coat and was so heavy that in places it had pulled away from the backing. This backing had expanded due to the oxidation of the coal, and had destroyed what little adhesion the rendering had.

A similar failure was investigated in which glazed tiles had come away from a rendering. This rendering was alleged to be the cause of the trouble. Actually it was due to the aggregate of the backing containing 3 per cent. of coal, which in expanding had pushed away the rendering and thereby loosened the tiles.

The harmful effect of coal in an aggregate is to some extent reduced if the concrete be made sufficiently dense to preclude air and moisture, so that the coal is not so readily oxidised. Coal is, of course, almost solely found in coke breeze and such similar aggregates as are used in lightweight porous concrete which is subsequently rendered with mortar. It depends on this mortar how soon the oxidising agents, i.e., air and water, have access to the backing.

It is, however, unwise in any case to use aggregates containing anything more than a trace of easily oxidisable coal, since concretes made from such aggregates are liable to expand on setting. If setting expansion is suppressed by rapid drying out of the concrete, expansion will probably occur later when the concrete becomes wet from atmospheric and other causes.

As with coal, the detrimental effect of sulphides in aggregates is not so marked if the concrete is very dense and impermeable. A pre-cast concrete kerb which had been in use for a considerable time was tested, and so far as strength and soundness went was found to be of first-class quality. On analysis, the slag which had been used as the aggregate was found to have contained sulphides well in excess of the considered safe limit. The kerb, however, had been consolidated on a vibrator, and was practically impermeable.

A basic slag which was crystalline, hard, and well graded but which contained 2.5 per cent. of sulphur as sulphide was made into cubes with a 4 : 1 mix. These were tested at seven days and compared with similar cubes made of good sand and the same cement. The slag cubes showed only 40 per cent. of the strength of the sand cubes.

Sulphides are frequently found in spars, often combined as zinc sulphide, which is a disastrous constituent. Five specimens of faulty concrete were found, on test, to contain zinc and sulphur as sulphide undoubtedly in combination:

	Zinc.	Sulphur as Sulphide.
1st case	5.26 per cent. ...	2.22 per cent.
2nd ,, ...	1.22 ,, ...	4.36 ,,
3rd ,, ...	5 98 ,, ...	2.30 ,,
4th ,, ...	2.94 ,, ...	1.43 ,,
5th ,, ...	3.32 ,, ...	1.63 ,,

In every case when the concrete was two days old it was not properly set and could easily be broken between the fingers. Furthermore, the concrete at this period showed a high uncombined moisture content. The subsequent hardening was in nearly every case slow. Other zinc salts, such as zinc carbonate and zinc oxide, have disastrous effects upon concrete.

Lead sulphide is also found in some spars and is almost as unstable as zinc sulphide. Concrete is affected in various ways according to the metal with which the sulphur is combined as sulphide, but in nearly all aggregates containing sulphur the sulphur combines with the iron in the cement, forming iron sulphide and producing first of all a green and later a rust colour in the concrete.

Slags frequently contain calcium sulphate which, with the calcium aluminate in the cement, forms calcium sulpho-aluminate and results in the disintegration of the concrete.

It is not a wise practice to " weather " aggregates containing sulphides since, although some, such as magnesium sulphide (which is slightly soluble), may be eliminated in this way, calcium sulphide is frequently converted into calcium sulphate with the result referred to in the preceding paragraph.

If aggregates containing sulphides are used in reinforced concrete, the result may be disastrous. The sulphur first combines with the metal, forming iron sulphide and later iron oxide. The concrete is then disintegrated by expansion. The sulphides found in breeze and producer ashes are, generally speaking, fairly stable, if not present in excess.

Sulphuric anhydride in an aggregate is sometimes the cause of failure in concrete, since it is equivalent to adding an excess of gypsum to the cement. In the case of a rendering which had been applied to brickwork and which had lifted and cracked, it was found that the bricks themselves contained an excess of sulphuric anhydride which, since the situation was a damp one, had caused the cement mortar and cement rendering to swell and crack.

An interesting case of the failure of concrete due to sulphuric anhydride was afforded in a complaint that an unreinforced concrete road which had been laid for two years had recently begun to rise in places, in one place as much as 6 in. On examination the concrete was found to be cracked and very much disintegrated in parts. The aggregates were ballast and river sand which had been passed as satisfactory, but on analysis of the mortar separated from the ballast there was found to be as much as 6 per cent. of sulphuric anhydride. This was, of course, the cause of the trouble, but the problem was to find from whence it had come. It was discovered that the concrete had been laid on a sub-base of stone mixed with slag. The slag contained sulphur as sulphide and sulphuric anhydride which had subsequently been absorbed by the concrete to its own destruction.

Some concrete posts which had been erected around a colliery waste heap were found to be disintegrating at the ground line. The posts were standing in water from a small spring which issued from the foot of the waste heap. This water on analysis was shown to have an exceedingly high content of salts, especially of sulphates of calcium, magnesium and sodium. These had interacted with the cement and caused the disintegration.

Failures are sometimes caused by the inability of the user of concrete to realise its limitations. The works-engineer who calls upon unprotected or insufficiently protected concrete to stand up to the attacks of industrial liquors may find himself in serious trouble. An instance is recorded of the failure of the surface of a factory floor due to an accumulation upon it of waste fat. The fat contained a small quantity of fatty acids, not in themselves amounting to

much, but after a long period the acids had increased as the fat became more rancid until the surface of the concrete had been eaten away. If the surface of the floor had been kept reasonably clean and accumulations of fat had not been allowed to collect, the damage to the floor would have been minimised. It might have been reduced still more if the floor had been treated before use with three generous applications of sodium silicate solution.

A road upon which wood blocks had been laid failed to harden satisfactorily; experiments were conducted in the laboratory in order to find the cause of the trouble. Wood blocks were placed on top of concrete when it was from 24 hours to 7 days old and in no case was there any unsatisfactory result. On the other hand, when the wood blocks were placed on concrete which had barely set it was found that the concrete absorbed the creosote from the wood, and although the cement set it attained practically no strength.

The harmful effect of sugar on cement is widely known but it is perhaps not realised by all what a very small proportion of sugar is required to cause trouble. A reinforced concrete floor failed to harden, and no reason could be found for this fault. The aggregate, sand, and cement were of first-class quality—the sand had been washed—the workmanship was above question, and it was only by a casual enquiry that it was discovered that the washed sand had been delivered in sugar sacks. A little sugar had remained in each sack and had been dissolved in the wet sand and so, entirely unnoticed, had been introduced into the cement, with disastrous results.

Tanning liquors in contact with unprotected concrete nearly always cause trouble, as do nearly all acid solutions. In such cases it is necessary to provide an acid-resisting lining or coating so that all contact between the acid and cement is prevented. A mixture of pitch and tar makes a suitable covering, or better still acid-resisting asphalt or lead.

In analysing a sample of faulty concrete, two of the most difficult points to establish satisfactorily are the consistency at which the concrete was mixed and whether it has been properly cured. The appearance will often provide a clue to the first point, but this is sometimes misleading. A high figure for loss on ignition can mean that an excess of mixing water was used, but it can also mean that too little mixing water was used resulting in a porous concrete. A satisfactory conclusion as to consistency can be drawn from the uncombined water content, but one has to be sure that there were no other agents present that could have delayed the setting, such as frost, organic matter, or sugar. A low loss on ignition and a high uncombined moisture figure may indicate that the concrete has been subjected to frost, or that the set of the cement has been arrested by some other means. A low loss accompanied by low uncombined moisture indicates rapid and forced drying out.

Experience has shown that the use of whin chips and whin dust as an aggregate frequently results in the failure of the concrete to harden; more especially is this noticeable in wet weather and when the temperature is rather low. A great number of experiments have been carried out but a satisfactory explanation is not yet forthcoming. It is probable that this softness is due to the large proportion of water that must be added in mixing to wet the fine particles of dust and also to the inherent weakness of the concrete caused by the inability of the cement to "cover" the dust. If the dust were sifted out and replaced by sand, satisfactory results would be obtained.

The failure of some reinforced concrete piles when being driven provided an interesting case of a different kind. When the faulty piles were broken and examined bright green-coloured patches were found in the concrete, particularly where the stones had pulled away from the mortar. This dried out white on

exposure. The gravel had been dredged from the river bed, and when dry looked quite clean. On investigation it was found that the green deposit in the concrete consisted of algae, an aquatic vegetable growth. This had coated some of the aggregate when in the river and had become transferred to the concrete. The film around the aggregate had prevented proper cohesion with the cement, the efficiency of which had been reduced by the organic matter. To these factors add bad grading and mixing and the presence of coal which had been dredged up with the aggregate, and the failure was not unaccountable.

Efflorescence, actual and so-called, is frequently responsible for complaints especially in coloured concrete work. A typical example was afforded in a large concrete structure, on the face of which efflorescence had formed and had entirely spoilt the appearance of the building. It was found that portions of the work had been left with rather a poor finish and the contractor had washed the surface over with cement grout. This explained the efflorescence because the water in the cement grout had become charged with lime in solution; on drying out this lime had become deposited on the surface of the concrete, and in contact with the carbon dioxide in the air had quickly become converted into carbonate of lime. Every concrete surface has a film of carbonate of lime, but usually so thin as to be unnoticeable except in cases where the concrete is porous and calcium hydrate can be dissolved out of the body of the concrete and brought to the surface by capillary action.

Another complaint of efflorescence proved to be no more than an accumulated deposit of salts from sea water drying out on the surface of the concrete.

Probably the most remarkable complaint dealt with was made under the misnomer of efflorescence. Concrete foundations and walling were being constructed between tides: the mix used was 4 : 2 : 1, and the aggregates graded granite and sand. The concrete was mixed well and placed in a damp position owing to the failure of the pump. Five hours afterwards sea water covered the concrete to a depth of 6 ft. When after four days the water was pumped out, what looked like a forest of white tubes was found to be protruding vertically from the concrete. The tubes were thin but quite hard, were about $\frac{3}{16}$-in. in diameter, and slightly tapered. They were fairly generally distributed, about nine to the square foot, and were of an average height of about 16-in., though some reached 3 or 4 ft. The probable explanation of this phenomenon is that a solution of lime was forced out of the concrete through air holes by settlement of the aggregate, and as soon as this lime solution came in contact with hard sea water carbonate of lime was precipitated.

This went on as long as the concrete was plastic and the tube of carbonate of lime thus grew. The precipitation could only take place on the outside of the jet of lime solution and the core of the jet passed right up through the tube. The upward movement of the lime solution was probably due to the fact that its density is lower than that of sea water. Such an action would not be likely to occur in fresh water because the lime solution would then have a higher density and would tend to form an incrustation or " laitance " on the top of the concrete.

News from the United States of America.

The Dewey Portland Cement Co. is this year embarking on a programme for the improvement of their works at Davenport (Iowa), which will entail an expenditure of between £104,150 and £124,980.

The Hawkeye Portland Cement Co. is adding a large crusher to its quarry equipment at Winterset (Iowa), and it is anticipated this will give the quarry an output of 375,000 tons of cement raw material for 1930.

The United States Portland Cement Industry in 1929.

FOR the first time since 1921 production and sales of Portland cement in the United States showed a reduction from that of previous years. From the statistics of U.S. Bureau of Mines it would appear that production in 1929 amounted to 169,137,000 barrels, compared with 175,968,000 barrels in 1928, a reduction of 6,831,000 barrels or 3.9 per cent. Sales in 1929 were probably about 169,647,000 barrels, compared with 175,455,000 barrels in 1928, which is a reduction of 5,808,000 barrels or 3.3 per cent. Nine new mills and a grinding plant added between 9,000,000 and 10,000,000 barrels to the producing capacity of the industry in 1929, while improvements and additions to existing plants probably added between 3,000,000 and 4,000,000 barrels; at the close of the year the capacity of existing plants was about 257,000,000 barrels annually, an increase of 14,000,000 barrels compared with 1928. At the peak of production for the year—the month of August—86 per cent. of available capacity was utilised.

Prices declined throughout the year, especially in the second half. The average net mill price in 1928 was $1.57 per barrel. Declines were reported in 1929 ranging up to 25 per cent., with an average of 10 per cent.

The value of the 170,000,000 barrels sold in 1929 was approximately $245,000,000, compared with $276,000,000 for 176,000,000 barrels in 1928.

Imports for the first ten months of the year amounted to 1,516,974 barrels compared with 2,042,124 barrels for the same period in 1928. Total imports for 1928 were 2,284,085 barrels. The value of the cement imported the first ten months of the year averaged $1.14 per barrel, compared with $1.33 per barrel in 1928. Two-thirds of the Portland cement imported (1,058,000 barrels) in the first ten months of the year came from Belgium. The average value of cement imported into Massachusetts was $1.38 per barrel.

From a mechanical point of view the year 1929 was, states "Rock Products," marked by two outstanding developments—the wide interest in and extensive adoption of closed-circuit grinding, both wet and dry, but more particularly dry, and the growing use of slurry filters. From an economic point of view the transport of cement by bulk carrier is an outstanding development. The self-unloading, sea-going, bulk-cement carrier is not a recent development, since ships of that type have been in use on the Great Lakes for several years by one or two manufacturers. The year 1929 marked the development of a new type bulk carrier using one or two scraper buckets in tunnels for removing the cargoes, in place of belt conveyors. Boats and barges of somewhat similar type were adopted for bulk carriers on the East Coast and on the Mississippi and Ohio rivers, as well as on the Great Lakes. The economic effect of these developments on the industry has led to the building of packing plants in cities far removed from the factories and has given several mills situated on water-fronts many of the advantages of mills located in the midst of big consuming markets, as truck deliveries can be made direct from the packing plant to the customer.

For nearly two years the Portland Cement Association has been conducting research work on closed-circuit grinding in collaboration with the United States Bureau of Mines at the University of Minnesota, and research work on particle size at the United States Bureau of Standards. While the results of these researches have not been made public except to members of the Portland Cement

Association, enough is known to predict that they are almost revolutionary. While closed-circuit wet grinding had proved its efficiency and economy in metallurgy, the same was not true of closed-circuit dry grinding. The simultaneous development of both re-opens the controversy of dry and wet processes. The successful application of both depends upon the most efficient size grinding for the chemical reaction in a rotary kiln, and this appears to have been established, although it may vary slightly with materials and conditions.

During the last few years, with the increasing demand for quicker hardening cement and consequently the more careful proportioning of raw materials, the wet process has been by far the more popular. In addition to more accurate preparation and easier control, the greater economy of wet grinding gives the wet process undeniable advantages. The wet-process Ford plant, using slurry filters and other heat conservation methods, reduced the coal consumption for one month to an average of less than 72 lb. per barrel, with coal of 14,000 B.T.U. efficiency.

Now it is reported that the use of air separators in closed circuit with dry raw mills and the accurate control of the size of particle removed, has altered the relationship between the two processes. Some of the older dry mills which seemed on the verge of becoming obsolete have accomplished remarkable results in improved quality of product and in increased capacity of both grinding units and kilns. Air separators, especially on the finish end, are by no means new to the cement industry, but the present type and adaptation of them are new. In the opinion of some of the most experienced cement manufacturers in the industry, this new closed-circuit dry grinding and use of particles of raw materials of the correct size for the product wanted, with up-to-date methods of dry blending, is going to make possible the operation of many older dry mills.

The American Society for Testing Materials is now planning to revise the standard specifications for Portland cement by changing the minimum tensile strength requirements at 7 days from 225 lb per sq. in. to 275 lb. per sq. in. and the minimum tensile strength at 28 days from 325 lb. per sq. in. to 350 lb. per sq. in. A special sub-committee has been appointed to study the question of limiting the lime content by the use of the molecular ratio of lime to silica, alumina and iron. The committee is preparing new tentative specifications for rapid hardening Portland cement: instead of the present requirements of 2 per cent. for sulphuric anhydride, it is proposed to raise this to 2½ per cent.; it is further proposed that the minimum tensile strength at one day shall be 275 lb. per sq. in. and at three days, 375 lb. per sq. in.

Government Cement Purchases in the Philippine Islands.

We learn that negotiations have now been completed between the local Government and the Cebu Portland Cement Company for the purchase of a five-year supply of cement which the Government may need for its public works between 1930 and 1935. The deal involves expenditure by the Government of from £677,040 to £781,200.

The Polish Cartel.

An agreement has now been arrived at by which the Polish Cement Cartel will be prolonged until 1936.

False Setting-Time of Cement.

We have received the following from Mr. Frederick Whitworth, of Brussels.

Sir,—In reply to the letter of "W.T.W." in the August, 1929, issue of "Cement and Cement Manufacture" on the false setting-time of cement, I give below the result of a few experiments I made some time ago and the conclusions to which I came.

The following tests were made:

(1) A sample was taken from a normal cement showing no signs of false set, although gauged exceedingly quickly. This sample was heated to 150° C. for half an hour, which is equivalent to extremely hot mill conditions, and gave a false initial set within 10 minutes.

(2) A sample of clinker was ground in a small experimental mill, and divided into three. Tests were made as follows:

(a) Gauged exactly as ground and gave a rapid set.

(b) The second portion was gauged after the addition of 4 per cent. of gypsum. This gave a moderate set, taking about one and a half hours for the initial set (Vicat needle test).

(c) The third portion was mixed with 4 per cent. of gypsum and heated for half an hour at 150° C. This gave a patchy set, some places showing slight false set, but the sample generally gave a moderate set as for sample (b).

I came to the following conclusions: The so-called false set is due to a portion of the gypsum setting separately, the cement itself continuing a normal set. If the gypsum is very finely ground and intimately mixed with the cement it builds up a slight internal structure soon after gauging. The closest analogy I can give to this structure is that of a sponge soaked with water, the sponge being equivalent to the gypsum structure and the water to the cement. If the dehydrated gypsum is not intimately mixed with the cement, or if the grinding is coarse, the particles of gypsum cannot interlock on setting, and cannot therefore build up this structure, or the structure is not sufficiently cohesive to hold up the setting-time needle.

For these reasons, when making experiments conditions should conform as closely as possible to grinding mill conditions for time, temperature and mechanical mixing. Otherwise results are likely to be very misleading.

It would also appear that cements possessing this false set have nevertheless sufficient SO_3 in solution to retard the setting of the cement proper. A series of tests for tensile strength on such a cement showed that there was no difference whatever between a cement gauged quickly and left to harden and a cement re-gauged after the false set had been allowed to develop thoroughly. It was also found that a 3 : 1 sand and cement mortar gave a false set, indicating that the "sponge" structure can exist with this mix. Such a mix resembles even more closely the soaked sponge, the sand particles being analogous to the large unfilled air holes in the sponge, where the surface tension is insufficient to support the quantity of water.

In some of the cases quoted by your correspondent it would appear possible that the false set was broken down during gauging. I imagine this frequently happens, and my usual practice is to cut off a small portion of the paste during

gauging and put this aside for observation during the gauging of the main portion.

This subject is of some importance as I know of cases where a cement showing this false set has been refused, although the quality has been excellent and no trouble would have been encountered in construction.

In conclusion I wish you every success with your international journal, and assure you from observation in various countries that your journal is soundly appreciated.

Notes from the Foreign Press.

Abstracted by J. W. CHRISTELOW, B.Sc.

Effect of Heat Generated in the Grinding Mill on the Setting Time of Cement. *Zement*, Vol. 18, p. 1348, 1929.

Experiments are described which indicate that the " false " initial set occasionally observed with finely ground cements is due to the high temperature attained in the grinding mills, which may exceed 110 deg. C. This high temperature, combined with the attrition, causes partial dehydration of the gypsum, which is then no longer able to act as a retarder. In all probability part of the gypsum is converted to anhydrite, which is again hydrated when it comes into contact with water. This explains the facts that on the prolonged mixing of a so-called " falsely " setting cement the setting proceeds normally, and that with only a short period of mixing a normal setting time follows an apparently rapid initial set. That this abnormal initial set is in general only found in the case of finely-ground cements is due to the increased temperature of the mill resulting from the greater work required for grinding, which causes more extensive dehydration of the gypsum.

Internationalisation of the Specification for High-strength Cements. C. R. PLATZMANN. *Zement*, Vol. 19, p. 19, 1930.

Dr. Platzmann stresses the importance of international unity in the standard specifications for high-strength Portland and aluminous cements.

Studies in the Strength of Cements. J. KEITH. *Tonind. Zeit.*, Vol. 54, p. 27, 1930.

(1) A study of the different effects of water storage (W.S.) and combined storage (C.S.) on the strength of cements. The C.S. consisted of 1 day in moist air, followed by 6 days in water and 21 days in room air; at the end of this the test-pieces were again stored in water and tested at progressive intervals. The cements studied were A, a high-strength Portland; B and C, ordinary Portlands; and D, a fused cement.

At 112 and 365 days the crushing strengths of A, B and C were practically the same, whichever method of storage had been adopted. The crushing strengths of D for the two methods of storage were not greatly different at 112 days, but at 365 days the strength for C.S. was considerably the greater, *viz.*, 12,900 lb. per sq. in. as against 11,700 for W.S.

The tensile strength results at 365 days, in lb. per sq. in., were:—Cement A,

C.S. 621, W.S. 579; Cement B, C.S. 429, W.S. 482; Cement C, C.S. 562, W.S. 583; Cement D, C.S. 680, W.S. 554. The uniformity of the crushing strength results was thus not obtained with the tensile strengths.

When the test-pieces were immersed in water after the combined storage, the strength was in all cases reduced, by as much as 40 per cent. for tensile strength and 10 per cent. for crushing strength. Recovery ensued, however, until at 365 days the strengths of the C.S. test-pieces were of the same order as, and in many cases greater than, those of the W.S. test-pieces.

(2) A study of the effect of different periods of combined storage, followed by water storage, on the strength of a fused cement. Two periods of C.S. were investigated, viz., (*a*) 1 day in moist air, 6 days in water, and 7 days in room air; (*b*) 1 day in moist air, 6 days in water and 21 days in room air. In both cases the C.S. was followed by water storage, and testing at progressive intervals. The strengths obtained after 28 days' C.S. were much more irregular than after 14 days' C.S. This indicates that each change of the mode of storage disturbs the equilibrium of the test-pieces and sets up internal stresses which affect the test results. The reduction in strength due to the change from combined to water storage was much less after only 14 days' C.S. than after 28 days' C.S., and it may be generally concluded that the magnitude of this reduction in strength increases with the length of the period of combined storage. Repetition of the experiments with other cements in general confirmed these results.

Influence of Magnesia, Ferric Oxide and Soda upon the Temperature of Liquid Formation in Portland Cement Mixtures. W. C. HANSEN. *Bureau of Standards J. Research*, Vol. 4, p. 55, 1930.

This article is a study of the temperatures of incipient fusion of lime-alumina-magnesia mixtures to which the above compounds were added individually and together. The ingredients of the mixtures were approximately in the proportions found in Portland cement. The following results were obtained:—

Mixture.	Temp. of Incipient Fusion, deg. C.
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2$	1455
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3$	1340
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - MgO$	1375
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Na_2O$	1430
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3 - MgO$	1300
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3 - Na_2O$	1315
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - MgO - Na_2O$	1365
$CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3 - MgO - Na_2O$	1280

Effect of the Grain Size of Cement. O. GRAF. *Zement*, Vol. 19, p. 48, 1930.

Experimental curves are given which show that the density of standard crushing-strength test-cubes is greater in the case of cements of high strength than for those of lower strength. This is to a great extent due to the different grain size of the various cements. One would expect this effect to be accentuated by the use of a sand of mixed grain size in place of standard sand.

A further effect of variations in the grain size of cements is that, while the crushing strength of different cements as indicated by standard test-pieces of earth-moist mortar may be approximately the same, a disproportionate falling-

off in strength may result in some cases when leaner mortars or wet mortars are tested. The following example of this, among others, is given :—

Cement	(1)	(2)	(3)
(S) Standard (1 : 3) cubes; crushing strength, lb./sq. in.	8105	7764	7764
(W) Wet mortar (1 : 4) ; water/cement = 0.88; crushing strength, lb./sq. in.	2645	2190	654
W/S.	0.32	0.28	0.08

It is concluded that the tests of the standard specification do not form a reliable criterion by which to judge cements for use in concrete with low cement and high water content. Earth-moist mortars are not used in practice, and tests on wet mortars, with sand of mixed grain size, should be adopted to approximate to practical conditions.

Effect of a Flux on the Degree of Comminution of Cement Raw Material in Wet Grinding. P. P. BUDNIKOFF and others. *Zement*, Vol. 19, p. 96, 1930.

Experiments on grinding a cement raw mix in a laboratory ball-mill with a 0.04N. Na_2CO_3 solution containing 0.1 per cent. of molasses in place of water, show that the presence of the dissolved substances considerably accelerates comminution. It is pointed out that warming the water will increase the effect of the electrolyte, causing softening of the water. It is concluded that Na_2CO_3 and molasses can be used, either separately or together, as a means of reducing the water content of a raw material slurry. Their use has also the effect of reducing fuel consumption and increasing the output of wet grinding mills, pumps and kilns.

Relation between Fineness of Grinding and Loss of Strength of Portland Cement. N. NICOLAESCO. *Rev. Matériaux de Construction*, p. 401, November, 1929.

The strength of Portland cement is reduced by exposure to moist air, and a parallel increase of the residues on the ordinary cement testing sieves occurs. No diminution of strength is found when the cement is stored in perfectly dry air, and the fineness is not affected. The finer the original cement the greater is the deterioration due to the action of moist air. Good storage is the preponderating factor in the quality of cement, and finely-ground cement should be stored in hermetically sealed silos to avoid contact with moist air.

Factory Extension in Denmark.

A/S Aalborg P.C. Fabrik have installed a new kiln capable of producing 1,525 barrels of cement per day, and the annual capacity of the plant is now 377,500 tons per annum.

New Cement Factories in Japan.

We have been advised that the Onoda Cement Company of Japan, who have a factory at Choushuitzu, are to found a branch factory at Anshan. The new plant is to be capable of producing 16,670 tons of cement per annum. The Onoda Company have also purchased the central cement factory at Yawata.

New Bag-Packing Machine.

All concerned with ground materials, such as cement, coal, gypsum, etc., know that when they flow into a container they at first occupy a greater volume than after storage for some time. This is due to the air drawn along with the powder forming voids between the particles. While the material is stored in a container this air slowly escapes, and the powder falls together and occupies a smaller space. A machine has now been placed on the market by Messrs. Andreas Maschinen-Gesellschaft m.b.H., whose action is based on this fact; this is claimed to be the first accurately-weighing automatic-filling machine which shakes the sacks while they are being filled, thus rendering possible the use of a shorter sack.

The shaking reduces the volume of the cement, and the length of the sack may accordingly be 2 to 4 in. less than usual, depending on the increased density of the cement. The possible objection that the sacks will more easily burst is said to be contradicted by experience, and the economy due to the use of the shorter sacks may, even in a cement works of moderate size, amount to £80 per month. The amount by which the length of the sacks may be reduced depends on the density of the particular cement, and is best established by experiment after the installation of the machine. The length is adjusted so as to allow some margin, and so that some air remains in the shaken cement. We are informed that the short Andreas sacks, filled by shaking, have been despatched from a number of European works on long sea voyages without any claim for damage arising.

The following description of the Andreas valve sack-filling machine explains its action. The cement is conveyed from the silo to a rotary screen fitted with strong steel-wire mesh. The sieve has been preferred to a screw in a perforated casing because it reduces wear on the screen and causes the cement to be more easily and rapidly sieved. The purpose of this screen is to remove foreign bodies from the cement, so that they do not pass to the machine. Below the screen is a distributing screw which delivers a copious supply of cement to the weighing machine below. A precision weighing machine is used which works by weight and not by volume. The dimensions of the container are such that cement of any density can be handled.

The normal filling of a cement sack is 110 lb., and the normal counterpoise of the machine represents this quantity. At times, however, it is required to fill sacks with a somewhat greater or less quantity of cement, and the machine is therefore designed so that the counterpoise may be easily and rapidly changed. The weighing machine is contained in a dust-tight enclosure, and works with great ease. Like all precision weighing machines it is charged first by a main feed, and then by a subsidiary feed for fine adjustment.

The machine is discharged by a lower valve, and the attendant has no control over this valve until the charge has been accurately weighed. The number of weighings is automatically registered. The filled sacks are automatically removed, which greatly facilitates the work of the attendant.

The inlet and outlet valves of the weighing machine are so constructed that no cement can pass through when they are closed. The weighed charge of cement falls from the machine into a funnel below, on to the lower end of which the turbine is rigidly screwed. Experiment shows that the momentum of the

cement projected into the funnel is almost sufficient to force it into the sack. The filling operation is, however, assisted by the turbine.

Since the turbines of the Andreas machine only run while the sacks are actually being filled, and the cement entering the turbine has already an appreciable momentum, it is obvious that the wear and power consumption can only be small. The filling nozzle is firmly screwed to the turbine, so that no dust can escape at the joint. Due to the separation of the weighing and filling,

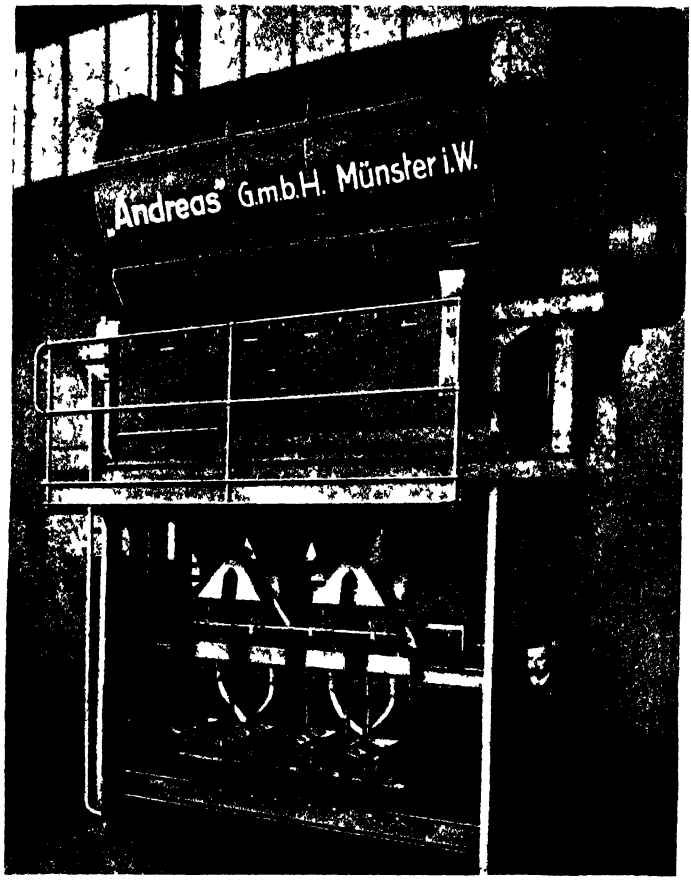


Fig. 1.—New Bag-Packing Machine.

processes by means of the funnel under the weighing machine the sacks can be shaken without affecting the weighing machine.

The nozzles for filling the valve-sacks can be easily and rapidly unscrewed and replaced by mouthpieces for filling open sacks. Thus all types of sack—whether paper or jute, open or closed—can be dealt with. The stand on which the sacks are placed during filling can be readily adjusted for any length or type of sack.

Occasionally torn jute sacks are brought up for filling, the repair of which has been overlooked. The machine is accordingly fitted with a simple contrivance,

which can be brought into action at will, for preventing appreciable loss of cement from the holes in such sacks. The small amount of dust arising from this cause is at once automatically sucked away. This arrangement is rendered possible by the relatively low pressure at which the turbines work. The shaking mechanism is so installed that it can easily be cut out when it is necessary to fill longer sacks which do not need to be shaken.

The four-unit machine requires only one attendant, who sits in front of the machine. His sole duty is to attach the valve-sacks to the nozzles and, by working a lever with one hand, to bring the weighing machine into position for discharging over the sack to be filled. At the same instant the filled sack automatically falls away from another unit.

The sole purpose of the lever is to release the filled weighing machine, which requires only very small force. In addition the adjustments are such that the

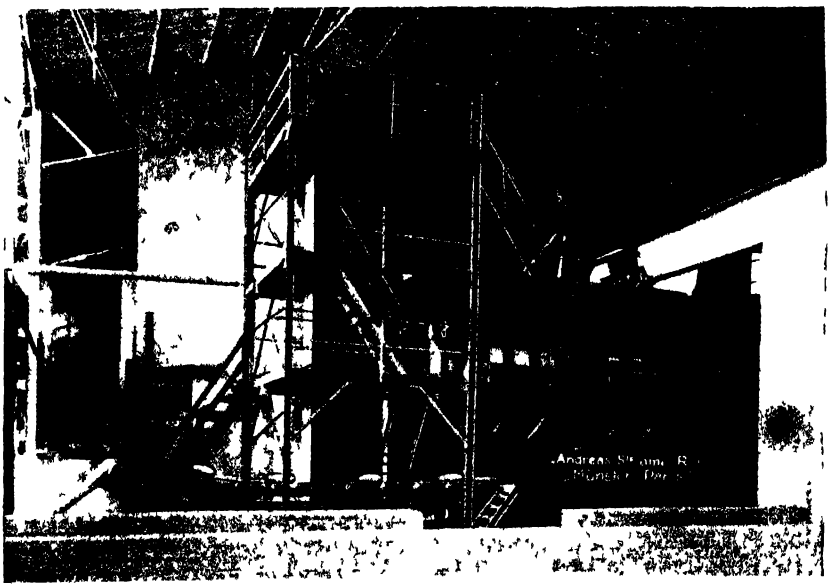


Fig. 2.—Bag-Packing Machines in a Cement Works.

attendant cannot empty the weighing machine before it contains the exact charge of 110 lb., or such other weight for which the machine may be set. It is thus ensured that the attendant, if he is working in rhythm with the machine, cannot deliver under-filled sacks. The weighing machine works so rapidly that a skilled man can easily fill 900 sacks per hour. The use of both hand and foot is not required in the working of this machine.

The power requirements of the complete machine, namely, screen, distributing valve, four turbines, and four shaking gears, is 7 h.p., so that the wear of the mechanism is relatively small. The transmission is entirely incorporated in the machine, which means a low cost of installation.

The plant is guaranteed to deliver 600 sacks per hour with one operator, but 900 sacks per hour can be handled by a good workman. The weight per sack

is guaranteed to within 7 oz. In reality, however, this accuracy is stated to be greatly exceeded.

The accurate working of the Andreas machine depends upon: —

(1) The separation of the weighing and filling processes.
(2) The use of a precision weighing machine.
(3) A plentiful supply of cement to the weighing machine.
(4) The high precision and construction of the entire machine.

The overflow due to the copious supply of cement can be led either to the elevator conveying the main supply of cement to the feed silo, or, if more convenient, to the storage silo. The latter arrangement avoids overfilling the feed silo.

This machine should in all cases be connected up with a dust exhausting plant, although we are informed that the dust arising during its action is so slight that the attendant suffers practically no inconvenience even without this precaution. The dust collected can be blown into a silo or a dust filter.

It is customary to arrange for the full sacks, automatically released from the machine, to fall on to a conveyor. This conveniently leads to the loading bank which, to avoid the necessity for a long conveyor band, should be as near to the filling machine as possible. It is desirable that the conveyor band should be reversible, as under certain circumstances this greatly assists rapid loading.

It is, of course, possible to work without a conveyor, and in this case the machine is best installed near the loading bank. Two men then remove the filled sacks from the machine, while a third works a truck between the filling machine and the loading stage.

The machine is of robust construction, as is essential for a machine for use in a cement works. Patents have been applied for in all countries for the protection of the sack-shaking mechanism.

EDITOR'S NOTE.

THE Editor of International "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" invites readers of this journal to submit articles for publication. Manuscript may be submitted in English, French, German or Spanish, and will be translated into the other three languages by specialist translators.

Articles are invited on any new ideas or developments in the manufacture, chemistry or testing of cement, or allied subjects of general interest to the cement industry. Descriptions and illustrations of new cement plants in any part of the world are also invited. Liberal payment is made for suitable contributions.

Manufacturers of Cement-making Plant are also invited to submit information and illustrations relating to new plant developed by them and new installations of their plant.

Such matter should be addressed to: The Editor, "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, England.

IMPORTS AND EXPORTS OF CALCAREOUS CEMENT FOR FEBRUARY 1930 AND THE PERIOD JANUARY 1 TO FEBRUARY 28, 1930.

Imports.

	QUANTITIES IN TONS						VALUE IN £					
	MONTH OF FEBRUARY			JANUARY 1 TO FEBRUARY 28			MONTH OF FEBRUARY			JANUARY 1 TO FEBRUARY 28.		
	1928	1929	1930	1928	1929	1930	1928	1929	1930	1928.	1929	1930.
	23,373	15,350	19,555	43,125	38,643	35 658	42,182	29,625	32,559	80,413	76,619	60,866

Exports.

To Brazil	4,218	2,461	1 276	8,292	9,199	6,736	9,702	4,549	2,701	18 821	19 016	13,923
Argentine Republic	3,982	9,308	6,943	7,731	15,563	11,985	9 638	17,359	13,436	17,772	32,775	23,815
„ Irish Free State ..	7,049	5,512	5,714	13,721	17 472	12 656	24,743	17,305	16,021	45,195	52,284	35,978
„ British West Africa	10,070	6,121	6,873	18 038	15 098	11,393	26,086	15,470	16 870	46 480	37,706	27,978
„ Kenya . ..	2,992	4 044	2 577	7,554	9 089	8,827	7,485	9 406	6 672	18,801	23,388	22 131
British India	8,453	7,515	8,659	16,576	19 257	20 423	21 445	20 218	22 398	43 102	50,550	51,640
Straits Settlements and Malay States	7,852	5,289	5 607	14,044	15,302	12,943	10 534	13,022	13 504	34,258	37,601	31 257
„ Ceylon	4,869	3,041	3,541	8,849	8,618	5 593	11,943	7,431	8,498	21,843	20,971	14,090
„ Australia	1,086	653	748	2,937	2,522	1,834	2,988	1,950	2,156	8,016	6,791	5,650
Other Countries ..	21,131	22,667	31,178	43,[illegible]	72,749	86 918	51 150	48,412	65,547	106,257	149,205	162,470
Total	71,702	66,611	73,116	141,602	185,629	179,608	184 714	155 122	167,803	360,545	430,287	388,932

Notes from Abroad.

New Cement Plant in Bulgaria.

La Fabrique "Granitoid" at Batanofzi, near Sofia, proposes to install new plant by which it is hoped to raise the present annual output of 100,000 tons to 220,000 tons. It is anticipated that the new plant will be in operation shortly.

The Chinese Government Cement Factory.

Arrangements have been made to increase the output of the Government Cement Factory at Canton from 25,000 tons per annum to approximately 60,000 tons. It is anticipated that the factory will be in operation by the end of this year.

New Company in Madagascar.

Chaux et Ciments de Madagascar is the title of a new company which has been formed with an authorised capital of 20 million francs (£160,000), in shares of 100 francs, for the exploitation of cement manufacturing possibilities in Madagascar.

···TRADE···
SIROCCO
···MARK···

Dust Removal Plants

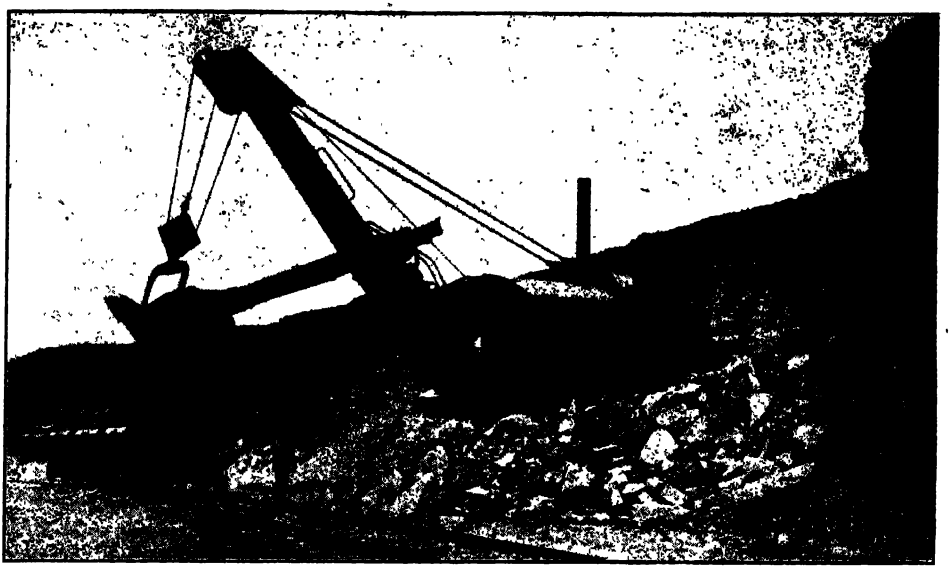
"Sirocco" Dust Removal Plants are highly efficient because the hoods are well designed, the ducts correctly proportioned, the Fan capable of dealing with every kind of dust, and finally, because the Collectors trap a very high percentage of airborne dust.

We have a long experience in Dust Removal Schemes which is at the disposal of our clients. Full particulars sent on request; or one of our Engineers would call by appointment.

for all-round efficiency

Davidson & Co., Ltd. SIROCCO ENGINEERING WORKS, BELFAST, Ireland.

Popularity!



90% of the excavators used by the various Cement Companies in Great Britain are of Ruston-Bucyrus Manufacture. They are dealing with limestone, chalk, clay, blue lias and also removing cover.

The reason for Ruston-Bucyrus machines being popular is no secret—strong, powerful, reliable and speedy, each one is perfect to the smallest detail – and is built for the work.

Made in sizes from ½ to 16 yard bucket capacity, with alternative power drives of Steam, Diesel, Electric or Petrol-Paraffin, the application of Ruston - Bucyrus Excavators is practically inexhaustible.

Our reputation has been built upon the satisfactory solution of excavating problems. Tell us yours — we will advise without obligation.

RUSTON — BUCYRUS

RUSTON-BUCYRUS, LTD.

LINCOLN — ENGLAND.

VISCO-BETH

DUST COLLECTORS

will greatly increase the capacity of Cement and Coal Mills and will prevent waste in the Crushing House, and allow operatives to work under decently clean conditions.

There is a great difference in the appearance both inside and out of a Cement Works having an efficient Dust Collecting installation, than one without it. *Consult us now!*

"VISCO"

ENGINEERING CO. LTD.

162 GROSVENOR ROAD, LONDON, S.W.1

E.I.H

Fig 5068

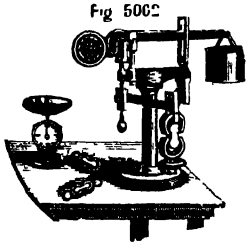
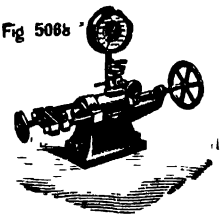
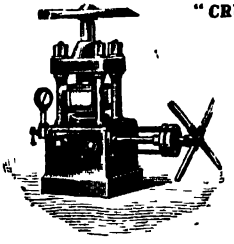


Fig 5068





"CRUSHING" TO 12 60 150 200 and 300 Tons.

"TENSILE" to British Standards. "CRUSHING" to 4 Tons.

BAILEY'S CEMENT TESTERS

TENSILE & CRUSHING.

CEMENT & GROUT PUMPS, HAND OR POWER.

SIR W. H. BAILEY & CO., LTD., ALBION WORKS, SALFORD, MANCHESTER.

RICHARD K. MEADE & CO.

CONSULTING ENGINEERS TO THE CEMENT INDUSTRY.

10 W. CHASE STREET, BALTIMORE, Md., U.S.A.

Design, Construction and Appraisal of Plants for the Manufacture of Cement, Lime and Plaster.

More recent work:—National Cement Co. (3,000 bbls. daily), Montreal, Que., Canada; Keyst[illegible]land Cement Co. (3,000 bbls.), Bath, Pa; Standard Lime & Stone Co. (1,200 bbls.), Martinsburg, W. Va.: Repub[illegible]land Cement Co. (3,000 bbls.), San Antonio, Texas; Raymon Ferreyra (240 tons hydrated lime), Cord[illegible]Tentine.

Company Meeting.

The Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.

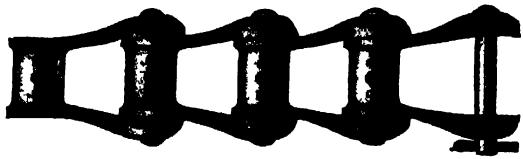
AT the thirty first annual general meeting of The Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd , held on March 31st, Mr P Malcolm Stewart (Chairman) dealt with the affairs of the Company and reviewed the position of the cement industry

He said the issued Five and a-Half per Cent Cumulative Preference shares at £2,319,720 showed an increase of £35,000 subscribed for in connection with the purchase of an allied business jointly acquired by this Company and the British Portland Cement Manufacturers Ltd The issued Ordinary share capital at £3,000,000 remained unchanged The three Debenture stocks had been reduced on normal lines through the operation of their respective sinking funds by the aggregate sum of £104,180 Last year for the first time the total stock purchased and cancelled passed the £100,000 mark Additions to the fixed assets account during the year amounted to £239,962, but as they had written off £372,405 in respect of depreciation and by the transfer of the Debenture stock sinking funds this account now stood at £6 019,851, a reduction of £132 413 It was gratifying that, despite the additions made during the year, the net figure should show this reduction

Investments in the shares of and loans to subsidiary companies amounted at cost or under to £1 785,195 Investments and other securities at cost or under stood at £730,370, which figure included the investment in an allied company which was jointly controlled

(*Continued on page* 584)

"B.B." CHAINS



"B.B." Pintle Chains.

Working loads up to 1,000 lbs. Very suitable for light drives speeds up to 600 feet per minute

MANY OTHER TYPES ALSO MADE.

BAGSHAWE

DUNSTABLE. & Co., Ltd.

C M 16.

(*Continued from page* 583)

The aggregate amount of investments at £2,515,565 showed an increase of £37,226, which was represented by investments in subsidiary companies.

The balance of profit on the trading account at £575,181 was more by £7,465 than last year's figure. This increase, however, was largely set off by the reduction in receipts from interests and dividends, which at £358,886 showed a decrease of £6,121. The total revenue for the year at £935,115 showed a small increase of £586. They were able after providing for Debenture stock interest and sinking funds, the dividend on the Five and-a-Half per Cent. Preference shares and after making the same allocation to depreciation reserves as last year, to recommend again the payment of a dividend of 8 per cent. on the Ordinary share capital.

The results obtained were due to the progressive reductions effected in the cost of manufacture and to the satisfactory turnover for the year despite the serious setback sustained during the first three months when building operations were almost brought to a standstill by severe weather.

Conditions During the Year.

The past year would long be remembered for the depressed conditions experienced in important industries, the collapse of the boom in speculation, and the severe financial losses suffered. For some it would stand out as a black year. Every avenue was being explored for an explanation of the wide extent of unemployment and the unsatisfactory state of our basic industries. Whatever the merit or outcome of the solutions recently offered it was a good thing that many had been shaken out of a state of apathy and compelled to give a closer consideration to the fundamental causes of industrial depression. Further they had been helped to visualise the wide interests and responsibilities which they possessed as citizens of a great nation and of an Empire offering unrivalled opportunity for commercial expansion. Nevertheless it would be a fatal mistake to assume that any changes in the economic system could of themselves bring back prosperity. That could not be achieved without they became less insular in their conceptions and more adaptable to the requirements of post war conditions, less self-satisfied with past performance and better prepared to face the future with keener mental alertness and renewed energy and enterprise.

Practical Experience Needed.

The salvation of industry would not come through its being run by the Government, banking institutions, or accountants, each might become an invaluable ally when rightly employed. Supreme control should be in the hands of those with practical experience and a record of successful management. Experience was one of the few things which could not be found ready-made. A good qualification for managing a big undertaking was to have made a success of a smaller one, and perhaps one of the greatest aids to expending wisely shareholders' money was to have had to expend money with the sure knowledge that failure touched one's own pocket. This experience automatically gave the feeling that it was one's own being ventured. Where industry needed reformation it must be reformed from within. He did not believe any industry lacked men with the brains to reorganise. There were too many people pulling the strings of industry who had never been through the mill and gained a practical and technical experience. Those with practical experience should have a chance to work their way through.

Reconstruction Programme Completed.

The past year, the fifth since the reorganisation of the board and management, was an important one in the history of the Company because it marked the completion of the programme of reconstruction outlined when he first addressed them in 1925.

At the Bevans Works, which had been closed since 1921, 12 rotary kilns with a capacity of 250,000 tons per annum had been scrapped and an entirely new works constructed with four kilns having a capacity of 500,000 tons per annum. In addition they had constructed a deep water jetty which enabled them to load direct cargoes for all parts of the world. At Swanscombe they had replaced the original 16 rotary kilns by three modern kilns with a capacity of 400,000 tons per annum; further the whole of the grinding and packing plants had been concentrated and modernised and electrically-operated excavators and up to date washing plant installed to handle the raw materials both there and at Bevans. In addition the output of the Kent works, purchased in 1922, had been increased by 50 per cent. At Crown Works, to avail of the best shipping facilities on the river Medway, the old plant had been scrapped and a modern rotary kiln installed. They had scrapped multiple steam and other power units by the installation of electrical power at their Thames, Medway, and inland works.

Productive Capacity.

The Company to-day had a productive capacity of a million and a half tons per annum from efficient rotary kiln plants, which was fully 250,000 tons more than that aimed at in their original programme. They had not merely modernised their kilns. Every stage in the process of manufacture

(*Continued on page* [illegible])

We guarantee

a Fuel Consumption of

100,000 Calories

per 100 kilogrammes of well burnt clinker corresponding to 14.3% of standard coal (7000 calories, 12600 BTU) by weight of clinker.

This is achieved with the

Lepol-Kiln

Patented,

working on the Polysius - Lellep process.

Detailed information on application.

POLYSIUS

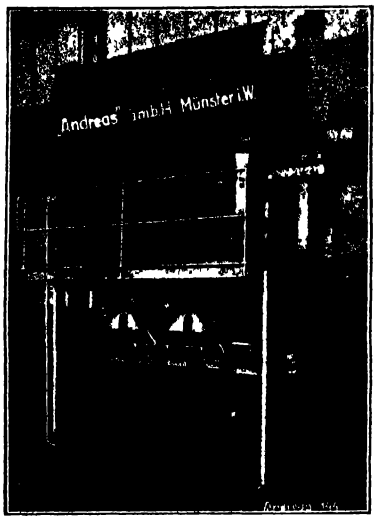
G. Polysius Aktiengesellschaft, Dessau (Germany).

Representative in the United Kingdom :

F. E. SCHMITT, A.M.I.Mech.E., 175, Windsor House, LONDON, S.W.1.

ANDREAS

We are exhibiting at THE INTERNATIONAL EXHIBITION at Liege. — Stand No 201/I— Hall of Metallurgy



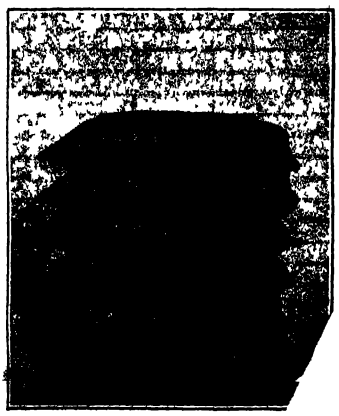
VALVE BAG PACKING MACHINE

(Pat. pend. in all principal countries)

SAVES £1,600 in ONE YEAR

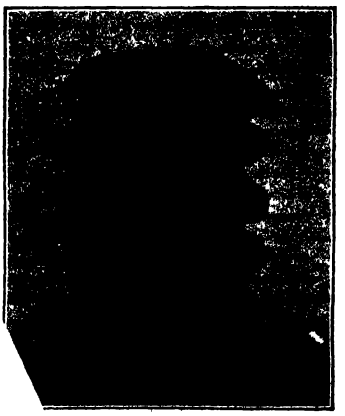
We can give definite proof that one of our machines has packed 4,000,000 sacks without damage in one year at a saving in paper of 1d. per 10 sacks. This makes a saving of £1,600 or more than the cost of the machine.

OTHER ADVANTAGES ARE:



Ordinary Valve Bags.

(1) First gauge valve packing machine.
(2) Saving in power. The power required is about 7 h.p., and no special transmission drive is necessary.
(3) No unnecessary turning over of materials.
(4) Less waste, as no thickening or blocking occurs under pressure.
(5) The only machine with an automatic detacher for the sacks.
(6) Exact weight guaranteed.
(7) Output up to 900 sacks per man per hour.



Sacks packed in the Andreas Machine showing a saving of about 4-in of paper per sack.

ANDREAS ENGINEERING AND CONSTRUCTION Co., Ltd.
MUNSTER, WESTPHALIA, GERMANY.

DESIGNERS AND CONSTRUCTORS OF COMPLETE CEMENT PLANTS.

We specialise in plant of every kind for Cement Works including :—ANDREAS High Duty Rotary Kilns; ANDREAS Stone Crushers; ANDREAS Compound Mill; ANDREAS Rapid Cooler; Vibro - Conveyor (Schenck - Heymann); High - Capacity Shaft Kilns.

had been tackled, and the complete plants brought up to date and to a state of efficiency second to none with the help of their research department and the adoption of their own technical methods, which were kept up to date by first-hand information from all parts of the world. At the same time that this heavy reconstruction work had been in progress they had improved their quality to a point that to-day "Blue Circle" products were a recognised standard. Thanks were due to Mr. A. C. Davis, the Managing Director in charge of their works control, and to their engineering, technical, and executive staffs for so successfully carrying through this programme.

Sales.

Since 1924 they had increased their sales in every department and much enlarged the facilities for prompt service to customers. The task of maintaining an adequate margin of profit would be realised when he told them that their group net selling price in all markets was 25 per cent. lower than five years ago. Because the raw materials could often be cheaply won it was wrongly assumed that the task of manufacturing and establishing a new brand of cement was a simple one. Few realised the slow rate of turnover of capital and other vital economic factors. He doubted if a single cement company established in this country within the last 10 years had fulfilled the promises made in its prospectus. However, their sales organisation had increased the tonnage of "Blue Circle" cement sold, which to-day exceeded the aggregate tonnage of cement sold by all competitors.

Rapid-hardening Portland Cement.

An outstanding sales feature was their successful marketing of "Ferrocrete," the rapid-hardening cement, which had revolutionised concrete construction by the saving of time which it afforded to users. They had, of course, had imitators—that was the inevitable price of success—but "Ferrocrete" had easily maintained its supremacy. It was no longer a novelty but a necessity, as was proved by rapidly increasing sales.

Export Trade.

Despite the keenness of foreign competition, aided by low wages, tariffs, favourable exchange rates, and sometimes by subsidies, they had expanded their export trade to a remarkable degree. Last year they exported close on 800,000 tons, an increase of 45 per cent. over the quantity shipped abroad in 1924.

That had been accomplished by improved overseas sales service. They had appointed representatives who resided abroad and studied on the spot the requirements of overseas customers. These results could not have been obtained had they not by their works reconstruction put themselves in a position to compete by taking low prices. Their increased trade had absorbed to a considerable degree the reduction in the number of employees due to rationalisation.

Home Trade.

The home demand for Portland cement had grown, stimulated by their intensive campaign of advertising and propaganda, supervised by General Critchley, for educating potential consumers as to the manifold uses of cement, but it must be remembered that they had throughout the period laboured under an adverse condition common to the majority of industries. He referred to over-production, the nightmare of the manufacturer. It had been their constant evil companion through these years of effort. The productive capacity of the United Kingdom had increased at a higher rate than consumption. They had to contend with over-production and consequently low prices. The results obtained reflected the greatest credit on Mr. Harold Anderson, Managing Director in charge of their sales organisation, who was ably assisted by Mr. Chapman in the export and by Mr. Charleton in the home market and by an indefatigable staff and representatives.

Since the beginning of 1924 they had spent over £1,600,000 on reconstruction and new plant, yet to-day their fixed assets at £6,020,000 stood in their books at £566,000 less than in 1924. During the period the Preference share capital had been increased by £35,000 and the Ordinary share capital by £242,785 issued in 1927 and further by £500,000 issued in 1928, bringing up the total of the Ordinary shares issued to £3,000,000. They had increased the total share capital by £777,785, but they had during the period under review reduced the amount outstanding in Debenture stocks, Debentures, and mortgages by no less than £777,182. The extinction of prior charges was thus within a few hundred pounds of the amount of fresh share capital subscribed. To get at the true position it was necessary to compare the surplus assets now available with those available five years ago. To-day their cash in hand at bankers, on deposit, and investments in Government and other liquid securities at cost, less depreciation, stood at over £1,100,000 as compared with £440,000 six years ago, and the net improvement in their liquid assets position was some £375,000. The investment account was a strong point in a sound balance-sheet. All their investments in subsidiary and allied companies stood at a low valuation. The book value of their holding in British Portland Cement Manufacturers, Ltd., Ordinary shares alone was approximately £1,500,000 less than their market value to-day. No one was happier at the results obtained than

Mr Alfred Stevens who had for many years watched over their finances

To summarise the position, they had modernised and extended their plants concentrating production in large units at economic sites thus materially increasing the intrinsic value of their fixed assets at the same time they had reduced the figure at which they stood in the balance sheet Further they had strengthened their financial resource The net profits available last year for the service of the Preference and Ordinary share dividends were nearly three times as great as in 1921 although in that year £50 000 less was placed to depreciation Last but by no means of least importance they had provided for their employees improved conditions

Rationalisation

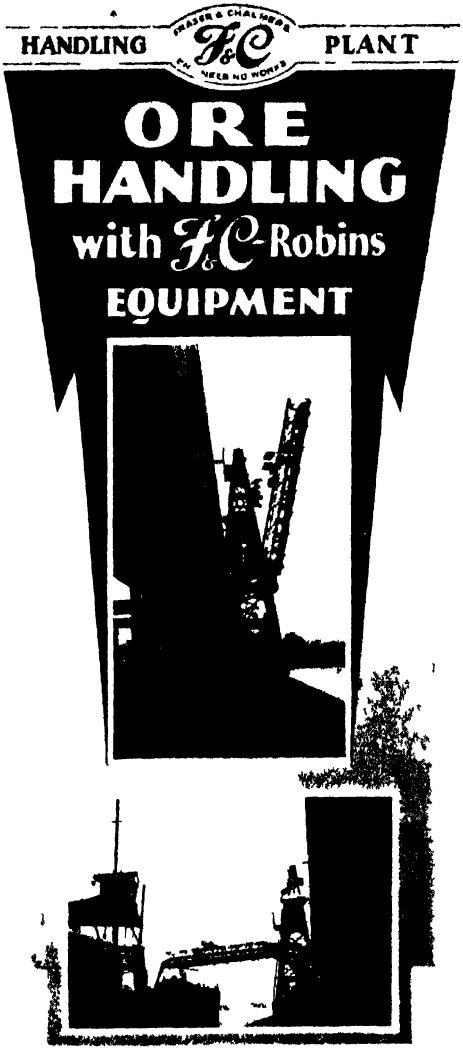
Thus had they rationalised their section of the industry they set to work to do so before this term had become so hard worked With their group of widespread works and reduced costs of production they were in a far stronger position than ever before to meet competition During the early part of the period which he had reviewed the operations of the Cement Makers Federation enabled prices to be stabilised to a considerable degree This was followed by a period of severe competition from which the industry had not fully recovered Price warfare was demoralising and its effects were felt to day

The tendency to day was for rationalisation to displace the older methods of co operation such as gentlemen's agreements and cartels which had proved invaluable Rationalisation had already been successfully accomplished as far as their own extensive interests were concerned and the ideal they held steadily before them was to obtain the co operation of others so as to extend it to the cement industry as a whole

Overseas Investments

Their investments in cement works situated in British Columbia South Africa Mexico and India had all done well during the past year and their prospects were good They were now engaged in doubling the plant of the Indian works in which they were jointly interested with The British Portland Cement Manufacturers Ltd

The year had opened well favoured by good weather The demand for Portland cement was above the average for these early months and there was evidence of much constructional work to be undertaken Selling prices remained on the low side, but they should obtain from their reconstructed works the advantage of further economies provided they were not offset by increased prices for coal Consequently, if the demand continued to improve they hoped to present a satisfactory report when they met next year



A plant for handling a particularly hard and abrasive iron ore on the Spanish Morocco coast The duty is hard and continuous, so that a high efficiency and exceptional robustness are demanded of the handling equipment

A typical Fraser & Chalmers - Robins Installation

FRASER & CHALMERS
ENGINEERING WORKS
ERITH KENT.

LONDON OFFICE: MAGNET HOUSE, KINGSWAY, W.C.2.
Associated with ROBINS CONVEYING BELT Co. of U.S.A

VOLUME 3. NUMÉRO 4. AVRIL 1930.

CEMENT

CEMENT MANUFACTURE

LE JOURNAL INTERNATIONAL DU CIMENT EN QUATRE LANGUES.

PARTIE FRANÇAISE

Un sujet de recherches.

Les techniciens qui sont amenés par leur profession à approfondir les questions d'essai et d'emploi du ciment, s'aperçoivent qu'il existe des propriétés que n'expriment pas les caractéristiques types tendant à rendre populaire telle ou telle marque de ciment. Il y a quelque chose en plus de la résistance, de l'invariabilité de volume et des conditions de la prise; l'allure du durcissement elle-même ne suffit pas, si on se contente de l'exprimer par la résistance après 24 ou 18 heures. Il est évidemment difficile de donner une définition exacte de ces qualités spéciales, si favorables à la diffusion de la production, sinon elles seraient comprises dans les spécifications des normes; ce sont des caractéristiques qui intéressent chaque usager à un point de vue spécial. On sait par exemple qu'il y a des ciments moins sensibles aux sables souillés que d'autres; deux ciments peuvent avoir un temps de prise et une résistance du même ordre peu de temps après le coulage, mais si on les malaxe avec un agrégat argileux, l'un d'eux durcira normalement, tandis que le durcissement de l'autre nécessitera plusieurs jours. Suivant la façon dont on envisage le mécanisme de la prise et du durcissement du ciment, c'est soit la cristallisation, soit la dessication du gel qui est retardée dans le deuxième cas par la terre mélangée à l'agrégat.

On ne peut donner aucune explication plausible de cette différence que présentent les ciments, mais un fait existe, c'est que l'addition de chlorure de calcium au béton est un moyen de remédier à la paresse du durcissement, quand l'agrégat est terreux On n'a pu encore éclaircir si ce palliatif tire son efficacité de son action sur la boue qui enrobe l'agrégat, par exemple, par la destruction des formations colloïdales, ou de l'action du chlorure de calcium sur le ciment. Une brochure,* publiée récemment par la station de recherches sur les matériaux de construction, Angleterre, analysant l'ensemble des ouvrages ayant trait à l'action du chlorure de sodium sur le béton, montre que ce dernier agit sur le temps de prise et la résistance d'une façon variable suivant les différentes marques de ciment, lorsque l'essai porte sur le ciment pur ou le ciment malaxé avec du sable normal. Il semble donc que les ciments se comporteraient différemment par suite d'une anomalie inhérente à leur constitution.

* Building Research, Special Report No. 14. Publié par le H.M. Stationery Office, Londres. Prix: 9d.

Les ciments cuits au four rotatif et ceux cuits au four à cuve présentent également une différence qui ne ressort pas non plus des essais selon les spécifications des normes. Il suffit de s'être occupé au début de ce siècle du commerce du ciment pour se rappeler les difficultés auxquelles il a fallu faire face pour substituer le ciment cuit au four rotatif au ciment cuit au four à cuve. Il était facile de démontrer la supériorité du ciment des fours rotatifs en tant que résistance, invariabilité de volume et pureté, mais, pour certains chefs de chantier, ces propriétés ne compensaient pas certaines qualités du ciment des fours à cuve, impossibles à définir par les essais. Il existe encore bien des entrepreneurs qui trouvent que, pour les dallages et les enduits, les ciments d'il y a 20 ou 30 ans étaient supérieurs aux ciments de haute qualité actuels. Cette préférence a peut-être quelque rapport avec la finesse de mouture, mais elle est plus probablement due à la vitesse à laquelle se modifie le degré de compacité du mortier de ciment, laquelle vitesse permet avec certains ciments d'achever ou de lisser le dallage ou les enduits au cours d'une journée de travail, et d'une façon plus satisfaisante. Ces différences existent sans aucun doute, mais leurs causes sont obscures, et forment un sujet de recherches d'un grand intérêt.

La brochure déjà mentionnée de la station de recherches, est avant tout une récapitulation de la littérature touchant l'emploi du chlorure de sodium comme moyen de protection contre la gelée du mortier ou du béton. Ainsi qu'on peut le prévoir pour une littérature émanant de tous les pays du monde, elle ne montre aucune unanimité dans les opinions. Mais on y trouve des renseignements concernant l'action qu'exerce sur la résistance du mortier et du béton l'addition de chlorure de calcium, qui tirent leur intérêt des efforts faits aux Stats-Unis pour persuader aux cimentiers qu'un béton à durcissement rapide peut être obtenu par ce moyen, qui remplacerait les méthodes plus orthodoxes adoptées en Europe, préconisant l'emploi de ciment Portland à durcissement rapide. Plus récemment, la tendance semble pourtant aux Etats-Unis être favorable aux ciments à prise rapide, ce qui est conforme aux conseils pratiques formulés par presque tous les fabricants de ciment du monde, qui se gardent de recommander pour le béton tout autre ingrédient que le ciment et ses agrégats normaux.

La publication de la brochure avait pour objet de résumer la littérature sur le sujet dont elle porte le titre, et ainsi d'apporter une réponse aux questions posées par les intéressés. La conclusion des travaux de divers savants bien connus, tels que Abrams, Graf et Platzmann, ne peut être considérée comme favorable à l'emploi du chlorure de calcium en tant qu' " améliorant " du ciment, en raison des incertitudes qui subsistent, parmi lesquelles on peut citer le risque d'introduire dans le mélange des impuretés (le chlorure de chaux, par exemple), la tendance à la corrosion de l'armature si le béton n'est pas très dense, et la différence des résultats suivant la marque du ciment. Bien qu'il soit évident que le chlorure de calcium augmente la résistance du béton en certains cas, l'incertitude qui règne sur son action est telle que, si l'on veut éviter tout risque de rupture, il est indispensable de faire toute une série d'essais avec les matériaux envisagés dans les conditions mêmes du chantier, avant de pouvoir définer les conditions dans lesquelles l'addition du chlorure de calcium peut se faire en toute sécurité. Certains avantages qui découlent de l'emploi du chlorure de calcium sont attribués à sa nature hygroscopique, qui force le béton, lorsqu'il en contient, à rester à l'état humide, ce qui diminue les tensions de retrait et la perte de résistance qui en est la corollaire. A ce point de vue, l'avantage que procure le chlorure de calcium pourrait être obtenu à meilleur compte, en général, en laissant le béton faire prise dans une ambiance humide. La brochure parle en outre de l'action du sel de cuisine (chlorure de sodium), comme addition au béton, et conclut en disant que cette addition est indésirable.

L'installation à ciment la plus récente des États-Unis.

L'USINE à ciment la plus récente des États-Unis a été achevée par la Republic Portland Cement Company, à San Antonio, Texas Sa construction avait été commencée en l'automne de 1928 et fut achevée en août 1929, date de sa mise en service. Elle constitue un bel exemple de ce que peuvent être aux États-Unis la construction et l'equipement actuels d'une usine à ciment. MM. Richard K. Meade & Company, de Baltimore, Md , ingénieurs spécialistes en ciment, en ont dressé les plans et surveillé la construction

Cette installation était destinée à produire 3500 barils par jour (un baril américain équivalent à 170 kgs.). Actuellement sa production atteint 4 000 barils par jour L'usine est située à 12 km 87 au Nord-Est de San Antonio. On le transporte depuis le gypse de Fallurias, Texas, situés à la distance de 322 kms. De profonds puits situes dans la propriété fournissent l'eau nécessaire

La Fig 1 (voir page 541) montre l'usine vue du côté ouest, la Fig 2 (voir page 513) est un plan du terrain montrant la disposition des différents bâtiments, de la carrière, etc La construction est très solide On a fait usage du béton armé non seulement pour la construction des bâtiments, mais aussi pour la construction des silos affectés aux moulins broyeurs, et du chemin de déplacement des grues De plus, une attention spéciale a été portée sur les motifs d'architecture. Tous les bâtiments, sauf celui à fours, sont construits en béton armé, avec remplissage en agglomérés de ciment recouverts de stuc couleur jaune clair. Le bâtiment à fours est en acier, avec les parois laissées ouvertes pour la plupart. Les toitures sont faites de plaques de fibro-ciment ondulées.

Les matieres premières et la carriere.—La propriété comprend une superficie d'environ 200 hectares La matière première est constituée par de la craie argileuse, dont l'aspect varie entre terre-molle et matériel solide. On y trouve des couches occasionnelles de calcaire dur, mais la matière est en général molle et peut être facilement broyée La couche de terre recouvrant la craie est légère, ayant 60 à 90 cm. de hauteur sur la plus grande partie de la propriété. Au point de vue géologique, cette matière appartient à un genre de craie qui constitue l'un des membres inférieurs de la série du Golfe appartenant à la Période Crétacée Supérieure Une matière semblable est employée par la San-Antonio Portland Cement Co., qui possède également une fabrique à San-Antonio. Dans le tableau suivant, on trouvera la composition chimique des matières premières :

	Calcaire pour cent	Calcaire argillaceuse pour cent.	Argile calcaire pour cent.
Silice	8,25	15,96	34,20
Alumine	3,06	4,67	09,48
Oxyde de fer	1,76	2,13	3,25
Carbonate de calcium	84,88	75,07	50,15
Carbonate de magnésium	1,28	1,78	1,15

Les matières ne se trouvent pas en couches bien définies mais varient graduellement depuis le calcaire pur jusqu'à l'argile calcaire, comme indiqué ci-dessus. Une partie de la propriété possède un sous-sol riche en chaux, une partie pauvre en chaux et une partie riche en craie. Cette craie a une composition à peu près convenable pour subir la cuisson et les opérations sont

actuellement limitées dans la carrière à cette partie de sa surface. La pelle mécanique est actionnée de manière que la matière obtenue puisse servir directement à la cuisson après un malaxage approprié.

La carrière est située au nord-ouest de l'emplacement actuel de l'usine. Elle consiste en une coupe étroite le long d'un ravin dans le fond duquel un cours d'eau coulait jadis. Ce cours d'eau a été détourné et l'on y draine l'eau de la carrière. La surface ouverte actuellement mesure environ 6 m. par 150 m. A une extrémité la carrière est riche en chaux tandis qu'elle est riche en argile à l'autre extrémité. On obtient un mélange satisfaisant en opérant au milieu. On étend actuellement la surface ouverte de la carrière à l'est vers un terrain plus haut. Elle atteindra ainsi une hauteur de 12 à 15 m. Le fond de la carrière est toujours arrangé de façon que le drainage se fasse tout seul. Actuellement, la matière extraite est employée intégralement, les roches étant suffisamment riches en craie pour qu'on puisse laisser la couche de terre superficielle dans le mélange. On estime que la production en craie sera inépuisable, on a déjà découvert par forage de quoi suffire pour 100 années au moins.

La roche nécessite des travaux de forage et de mine très simples. Le forage est effectué au moyen d'un foret à puits "Joplin Special" Keystone, équipé avec une machine à gaz et avec progression par chenilles. On a trouvé que le foret à wagon Ingersoll-Rand donnait également pour l'extraction de cette matière des résultats très satisfaisants.

La craie est chargée à l'aide d'une pelle électrique Marion, équipée avec progression par chenille, une benne de 1,5 m. de capacité avec un contrôleur Ward-Leonard. Cette pelle fonctionne sur courant alternatif. La machinerie électrique consiste en un moteur à cage d'écureuil de 85 C.V. relié directement à trois génératrices à courant continu ayant respectivement une puissance de 50, 15 et 15 kw. Ces trois génératrices actionnent respectivement un moteur à grue (60 C.V.), un moteur à bascule (23 C.V.) et un moteur de remplissage (23 C.V.). La pelle est équipée également avec un moteur-générateur de 5,5 kw. servant à l'excitation. La craie est chargée dans des wagons de 8 tonnes à parois renforcées, fabriqués par la "Easton Car Company". Ces wagons sont remorqués pour la courte distance qu'ils ont à parcourir pour arriver jusqu'aux broyeurs, par une locomotive Plymouth à pétrole de 10 tonnes pouvant remorquer 6 wagons sur la pente actuelle (0,8 pour cent).

La Fig. 3 (voir page 541) montre pelle, locomotive et wagons et donne une idée de la carrière actuelle. On peut apercevoir à une certaine distance les forets Keystone et Ingersoll-Rand à wagon. La petite pelle qui est représentée sur la figure ne fait pas partie de l'équipement régulier de l'usine. Elle a été employée seulement au début du forage de la carrière.

Le matériel de broyage.—La Fig. 1 (voir page 541) représente l'usine vue du côté ouest. Au premier plan les appareils de broyage. La Fig. 2 (voir page 543) est un plan du terrain. On pousse les six wagons dans le bâtiment de broyage, de sorte que le dernier wagon soit derrière la trémie. On dispose ensuite ces wagons par une traction automatique dans le centre du chemin. Ce dernier consiste en une chaîne à laquelle sont fixées deux glissières coulissant le long d'un guide attaché à des traverses. Quand cette chaîne fonctionne, le câble supérieur se meut dans la direction du broyeur. Les glissières sont solidaires d'une poutre qu'elles placent sous le fond du wagon, qui se trouve poussé ainsi dans un sens opposé à celui de la trémie lorsque la chaîne est arrêtée. On charge ensuite les wagons à l'aide d'une grue Shepherd installée en dessus et d'un levier suspendu à crochet qui engage une barre dans le dos de la voiture (Fig. 4, voir page 544). Les wagons une fois vidés sont tirés par la

chaîne au sommet d'une rampe d'où ils sont lâchés et roulent, grâce à leur propre poids en se rendant sur des rails divergents. La craie qui arrive par les wagons est chargée dans une trémie munie d'un baquet d'alimentation Stephens-Adamson de 1m. qui alimente automatiquement le broyeur.

Afin que le broyeur puisse être alimenté en matière, on concasse sommairement cette dernière en une seule opération au moyen d'un concasseur à marteau " Mogul " équipé avec des plaques mobiles broyeuses. Celles-ci empêchent la matière humide de s'agglomérer dans le broyeur. On a choisi ce concasseur pour ses plaques mobiles; celles-ci ressemblent plutôt à de lourds baquets de transport. Les attaches des plaques sont massives et faites en acier au manganèse. Les plaques possèdent un petit mouvement vertical indépendant de la marche du marteau. Ce mouvement est entretenu par un petit moteur de 5 C.V. Le broyeur est actionné par un moteur de 250 C.V., la grue servant à élever les wagons par un moteur de 17 C.V. Un moteur à vitesse variable de 15 C.V. actionne, au moyen d'une transmission par engrenage à réduction James, le baquet d'alimentation. Des tableaux de distribution disposés comme l'indique la Fig. 1 (voir page 511) commandent les opérations du chargement des wagons, de leur traction, ainsi que du mouvement des plaques écraseuses, du baquet d'alimentation et du broyeur. L'alimentation du broyeur est réglée par un ampèremètre branché sur le moteur du broyeur et qui indique une charge supérieure dans le cas où le mouvement du baquet d'alimentation est arrêté, ou quand sa vitesse diminue. Les wagons peuvent également être graduellement déposés suivant n'importe quelle position comme l'indique la Fig. 1 (voir page 541). Un seul homme peut contrôler toute la machinerie contenue dans le bâtiment du broyeur. Ce système de contrôle central a été mis au point par MM. Richard K. Meade & Co., ingénieurs. Une grue à cabine de 10 tonnes actionnée à la main et pouvant se déplacer dans tout le bâtiment, sert à faire les réparations au broyeur. Le chemin de déplacement de la grue est [illegible] sur le mur à gauche du bâtiment; par terre est un banc de 3 transformateurs (2.300/440 V.) de 50 K.V.A.

L'emmagasinage.—La roche concassée est transportée depuis les appareils concasseurs jusqu'à l'un des bâtiments d'emmagasinage ou de broyage à l'aide d'une courroie de transport à godets de 80 cm. ayant 120 m. de longueur entre les deux poulies extrêmes et pouvant élever la matière transportée à 22 m. sur une inclinaison de 16°. La courroie transporte à raison de 250 tonnes par heure. Elle se déplace sur des porteurs type trois-rouleaux avec lubrification à l'alémite. La courroie est actionnée au moyen d'un engrenage réducteur par un moteur à cage d'écureuil. Elle est pourvue d'un curseur automatique permettant ainsi de mettre la craie soit dans le magasin soit dans l'un des silos affectés aux broyeurs à matière première. Le magasin est situé entre le moulin broyeur et les refroidisseurs comme le montrent les Figs. 1 et 2 (voir pages 541 et 543). Il a 21 m. sur 73 m. et 18 m. 75 entre le plancher et les rails supportant la grue. La grue se déplace sur un ouvrage en béton armé. Cette grue a été fabriquée par Pawling et Harnischfeger; elle a une latitude de déplacement de 21 m. [illegible] capacité de 7,5 tonnes; de plus, elle est munie d'une benne de 2 m³ 7. La Fig. 5 (voir page 546) est une vue globale du magasin, des silos affectés au broyeur et de la grue.

Le magasin est divisé en deux parties, destinées respectivement au clinker et à la craie, au moyen d'un mur de séparation visible dans la figure. Les silos qu'on voit en-dessous de la benne sont ceux qui sont disposés au-dessus des moulins broyeurs. La cage de l'opérateur de la grue est située à l'extrémité gauche du levier. La courroie de transport se trouve à droite derrière les rails

supportant la grue. La grue peut prendre les matières du magasin et les déposer directement dans les silos; elle peut également distribuer la matière dans n'importe quelle partie du magasin. Le magasin peut contenir une provision en matière première sufisante pour 12 jours et une quantité de clinker produite pendant près d'un mois. Il existe également un grand silo en béton pour le gypse.

La construction du chemin de déplacement de la grue en béton armé a été rendue possible grâce à la solidité du terrain sur lequel est bâtie l'usine et qui constitue un excellent fondement. Le magasin n'a aucun mur latéral en béton, mais on a fait un remblai de terre derrière les colonnes pour constituer un talus de soutènement.

Le bâtiment du moulin broyeur. -Les deux moulins broyeurs à matière première et à clinker sont abrités dans le même bâtiment (à la gauche du magasin, Fig. 1, voir page 541). La pulvérisation est opérée au moyen de quatre moulins Allis-Chalmers " Compeb." Ils possèdent trois compartiments: Le premier a 2m10 de diamètre et il est chargé avec des boulets d'acier. La matière première y tombe dès qu'elle arrive du concasseur Dixie. Les autres compartiments ont 2m10 de diamètre et sont chargés avec des boulets aplatis et convexes constitués par du " concavex," une substance fabriquée par la Allis-Chalmers Co. Ces boulets ont 3cm1 de diamètre dans le deuxième et 2cm1 dans le troisième compartiment. Le moulin a une longueur totale de 12m. Le premier compartiment possède un tamis latéral qui fait passer la matière broyée dans le premier compartiment. Un seau enlève la matière broyée et en alimente le second compartiment. Chaque moulin est actionné par un moteur super-synchrone Général Electric de 800 C.V. et 180 tours/min. La transmission se fait par roue dentée et pignon fixé sur l'arbre du moulin. Il n'est besoin d'employer aucun embrayage magnétique entre le moteur et le moulin (la Fig. 6, page 546 montre les moulins et les moteurs).

Des tables d'alimentation alimentent les broyeurs, deux pour chaque broyeur à matière première. Deux des silos alimentant les deux tables d'alimentation extérieures sont destinés à recevoir la craie riche en chaux, tandis qu'un troisième silo situé entre les deux derniers contient la matière pauvre en chaux. Ce dernier silo alimente les tables d'alimentation intérieures. Les proportions de ces deux qualités de matière sont réglées par les tables d'alimentation. D'une manière similaire, les broyeurs à clinker possèdent trois silos. Le silo central sert pour le gypse et les deux silos externes pour le clinker. Chaque broyeur à clinker possède, à l'instar des broyeurs à matière première, deux alimentateurs. Les deux alimentateurs externes sont employés pour le clinker et les deux alimentateurs internes, qui sont plus petits, pour le gypse. Les deux alimentateurs à matière première sont actionnés chacun par un moteur à vitesse variable et courant continu de 5 C.V. Une petite génératrice est reliée à chacun de ces moteurs et indique sur le tableau le nombre de tours par minute effectués par la table d'alimentation. Les alimentateurs à clinker et à gypse sont accouplés, et chaque couple de deux alimentateurs est actionné par un moteur à courant continu et vitesse variable de 5 C.V. L'alimentation dans les broyeurs peut être réglée par la vitesse des moteurs, soit en ajustant les tables d'alimentation soit en rehaussant ou abaissant le niveau des silos.

La ventilation des broyeurs se fait au moyen d'un système collecteur de poussières installé par la Northern Blower Company. Ce système fournit près de 100 m^3 d'air passant à travers chacun des aspirateurs, qui sont mûs chacun par un moteur à cage d'écureuil de 20 C.V. Le système agit en partie comme collecteur de poussières, mais il réalise aussi la ventilation des broyeurs en y

admettant un fort courant d'air, permettant ainsi de maintenir une température convenable pour un broyage efficace.

Matériel de manutention de la matière première.—La matière première une fois broyée tombe directement à travers les tamis, à l'extrémité du broyeur, dans un creuset récepteur. Celui-ci est pourvu d'un agitateur horizontal à ruban actionné par un moteur à cage d'écureuil de 7,5 C.V. La matière première est pompée de ce creuset dans les réservoirs à correction par une pompe ou une batterie de pompes à sable Wilfley de deux 100 mm actionnés par des moteurs de 75 C.V. à 1 200 tours/min. Ces pompes à sable sont employées actuellement presque exclusivement en Amérique pour le maniement de la matière première. Les ingénieurs américains, après comparaison avec le système à élévation par air employé dans plusieurs usines d'Amérique préfèrent la pompe à sable et la trouvent plus efficace, étant donné qu'elle demande moins d'attention et de réparations que l'élévateur à l'air. La Fig. 7 (voir page 548) montre le creuset du broyeur à matière première, les pompes et les moteurs.

Il existe 6 réservoirs de malaxage en béton armé ayant 6 m. de diamètre sur 9 m. de haut. Chaque réservoir est pourvu d'un agitateur Meade, consistant en un arbre vertical, creux sur une longueur de 1m 80 à partir de l'extrémité supérieure avec des échelons en caoutchouc durci. Chaque arbre est muni de cinq bras horizontaux. La partie creuse conduit de l'air jusqu'à un système de tuyaux descendants et qui sont portés par les bras d'agitation. Le contenu du réservoir est agité par le balayage des bras et aussi par les bulles d'air qui se dégagent des extrémités des tuyaux. Les tuyaux sont arrangés de telle manière qu'ils décrivent en leur rotation des cercles de rayons différents, de sorte que toutes les parties du réservoir arrivent à être secoués. Une grille d'acier suspendue par une courte chaîne et maintenue à une distance de quelques centimètres du fond du réservoir débarrasse ce dernier de toute matière. La Fig. 8 (voir page 549) montre le mécanisme qui commande les agitateurs ainsi que les conduites et soupapes à matière première.

Il y a en tout quatre réservoirs d'alimentation du four, de 7m. de diamètre sur 9m. de haut, équipés avec des agitateurs Meade. La composition convenable de la matière première est réalisée en mélangeant ensemble le contenu de deux ou trois réservoirs de malaxage dans les réservoirs d'alimentation du four. Une fois rempli, chaque réservoir d'alimentation subit un bon soufflage provoquant une agitation convenable. Après le malaxage du réservoir l'air est réduit jusqu'à l'apparition, à l'ouverture des conduites, de bulles occasionnelles.

Les pompes Wilfley ne pourraient manier la matière première sous une hauteur de 9 m. En conséquence celle-ci est conduite dans un creuset d'où elle est puisée par les pompes. Il existe un seul creuset pour les réservoirs d'alimentation du four et un autre pour les réservoirs de malaxage, ces creusets étant également adaptés avec des agitateurs à ruban. Deux pompes 100 mm Wilfley sont employées pour le creuset d'alimentation du four et deux pompes 150 mm pour le creuset des réservoirs malaxeurs, en vue d'accélérer le transport. Pour chaque creuset, on fait fonctionner une seule pompe, l'autre étant mise en réserve. Les conduites à matière première sont reliées entre elles de telle façon que la matière peut être transvasée d'un réservoir à un autre réservoir quelconque. Toutes les conduites à matière première sont équipées avec des soupapes Merco-Nordstrom lubrifiées. Ces dernières, du type droit, trouvent un emploi général en Amérique.

Les fours et les refroidisseurs.—Il existe deux fours ayant 3m35 de diamètre sur une longueur de 76 m. maintenus par quatre supports. Ils ont chacun une capacité de production de 1 750 barils mais sont appelés à produire au moins

2 000 barils chacun. Les fours, ainsi que les réservoirs à matière première, sont visibles dans le premier plan, Fig. 9 (voir page 549). Chaque four est alimenté par ce qu'on appelle un " ferris wheel " consistant en un disque auquel sont attachés des godets élévateurs ordinaires. Ce système plonge dans le réservoir à matière première et décharge celle-ci dans la rigole d'alimentation du four. Les fours sont revêtus le long de la zône de clinkérisation de briques riches en alumine; le reste est revêtu de briques réfractaires argileuses. Les chambres à clinker sont en béton armé; elles sont isolées par des briques isolantes disposées entre le béton et le revêtement de briques. Les fours sont chauffés au gaz naturel qui est amené dans l'usine à une pression de 14 kgs. réduite à 26 grs. dans les brûleurs. Cette réduction s'opère en trois étages: 14 kgs. à 3,5 kgs.; 3,5 kgs. à 850 g; 850 g à 26 g au cm². Les réducteurs relatifs aux deux premiers étages sont situés, ainsi que les compteurs, dans deux chambres se trouvant à 60 mètres à côté de la chambre du four; le réducteur relatif au troisième étage de réduction se trouve dans la chambre du four. Chaque four est équipé avec deux brûleurs à gaz Kirkwood de 60 cm. suspendus à un wagonnet et communiquant par des tuyaux flexibles aux conduites d'air et de gaz. Le tuyau à air est en peau de chamois; le tuyau à gaz de 10 cm. de diamètres est en caoutchouc. Ces tuyaux flexibles permettent d'incliner à volonté les brûleurs sur l'axe central du four. (Fig. 10, voir page 550). On a installé dans chaque four des pyromètres et des jauges de tirage " Leeds and Northrop." Une soufflerie Buffalo fournit l'air nécessaire aux brûleurs.

Les fours sont actionnés par des moteurs à courant continu et vitesse variable de 75 C.V. Un moteur à courant continu et vitesse variable de 5 C.V. actionne le système d'alimentation " ferris wheel." Les moteurs actionnant les appareils d'alimentation et le four sont disposés de telle manière que les appareils d'alimentation cessent de fonctionner dès que le four est arrêté. La soufflerie Buffalo est actionnée par un moteur à cage d'écureuil de 100 C.V. et 900 tours/minute.

Une installation supplémentaire est équipée en vue de brûler avec du pétrole dans le cas où l'approvisionnement en gaz devient insuffisant. Elle consiste en brûleurs à pétrole construits par Meade, avec des pompes usuelles servant à les alimenter. L'air est fourni sous une pression de 900 g. au moyen d'un moteur turbo-compresseur direct General Electric. On place les brûleurs à pétrole dans les ouvertures des coiffes employées pour le gaz, après avoir enlevé les brûleurs à gaz.

Chaque four possède une chambre à clinker en béton armé ayant 2m70 de diamètre sur 60 m. de haut. Chaque chambre communique par un tuyau revêtu de briques. Elles sont pourvues d'étouffoirs glissants permettant le contrôle du tirage. Actuellement on achète l'énergie nécessaire mais des précautions ont été prises pour l'installation éventuelle de chaudières. Dans le cas où on aurait besoin de celles-ci, les mêmes chambres peuvent être employées en ôtant la conduite d'acier et en adaptant une autre connexion.

Chaque four possède un refroidisseur tournant de 3 m. de diamètre sur 30 m. de longueur actionné par un moteur de 50 C.V. et 900 tours/min. Les refroidisseurs déchargent le clinker directement dans une fosse située dans le magasin principal. Cette fosse peut contenir une production de 12 h de clinker. Celui-ci est transféré de là soit aux silos du broyeur soit à un autre lieu situé dans le magasin au moyen d'une grue à benne.

Stockage et bâtiment d'emballage.—Le magasin consiste en quatorze grands silos, deux petits silos et un silo intermédiaire. Les grands silos ont un diamètre intérieur de 7 m. et les petits 4 m 50. Le silo intermédiaire mesure approxima-

tivement 4 m 50 sur 30 m. La capacité globale du magasin atteint 150 000 barils. Ces silos sont disposés comme le montre la Fig. 2 (voire page 543). Trois tunnels traversent les silos, ceux-ci possèdent des fonds système Meade qui se vident automatiquement. On emploie des élévateurs hélicoïdaux (un dans chaque tunnel) pour transporter le ciment des silos dans les réservoirs situés au-dessus des emballeurs. Ces élévateurs sont au nombre de deux, dont l'un est secondaire. Le bâtiment d'emballage et le silos sont visibles dans la Fig. 11 (voir page 551).

Le bâtiment d'emballage est pourvu d'emballeurs à quatre tubulures. Des dispositions sont prises pour que l'emballage se fasse soit en camion, soit en wagon. Une courroie de transport porte les sacs pleins depuis les emballeurs jusqu'aux véhicules. Les sacs de retour sont transportés sur une plateforme spéciale montée sur voie (voir Fig. 2, page 513). On les élève jusqu'au troisième étage du bâtiment d'emballage au moyen d'un élévateur à plateforme (fourni par la Maison Otis Elevator Company). Là on défait les paquets et on envoie les sacs dans l'épurateur.

Celui-ci est du type continu; les sacs y rentrent par une extrémité et sortant par l'autre extrémité. Il consiste simplement en un tamis incliné constitué par une lourde toile de fil de fer à travers laquelle passent les sacs. Ce tamis est muni d'une grille qui ramasse les sacs et les fait tomber ensuite. Un courant d'air aspiré par un collecteur de poussière passe à travers le tamis, entraînant la poussière et livrant des sacs bien propres. Ces derniers tombent ensuite sur une courroie à mouvement lent d'où ils sont retirés à la main. Un système de transport ramasse la poussière de l'épurateur, des collecteurs de poussière, des emballeurs, etc. La roue qui nettoie les sacs a été fabriquée par la Monarch Bag Company. Le système collecteur de poussière par la Northern Blower Company.

L'équipment électrique.—L'énergie électrique est livrée à l'usine sous 13 200 volts (triphasé, 60 périodes). Le courant est d'abord abaissé à 2 300 volts au moyen de transformateurs extérieurs de 3 750 KVA. C'est sous cette tension que l'énergie est distribuée aux différents départements de l'usine. Tous les grands moteurs (de plus de 100 C V.) fonctionnent sous 2 200 volts et les petits sous 400 volts. Des bancs de trois transformateurs disposés à différents endroits autour de l'usine abaissent le voltage pour les petits moteurs. Tous les moteurs à vitesse variable fonctionnent sur le courant continu. L'éclairage est assuré par trois transformateurs de 37,5 KVA avec batterie d'accumulateurs et inverseurs automatiques. Deux rangées de génératrices à courant continu fournissent le courant d'excitation, actionnent les moteurs du four, etc. Il existe dans l'usine 75 à 80 moteurs ayant une puissance globale de 6 600 C.V. Les exigences actuelles correspondent à 18 kw. heure par baril de ciment.

Le tableau de distribution est situé derrière la chambre de broyage (la Fig. 12, voir page 553). Il a 14m9 de longueur avec des panneaux pour les différents départements. Les moteurs synchrones sont mis en marche en manoeuvrant ce tableau. Les compteurs d'huile, le coupe-circuit général, les compensateurs et les transformateurs sont situés dans la partie inférieure.

En vue de réduire au minimum les éventualités de charges maxima, le tableau est pourvu d'un disjoncteur Edmoore arrangé de telle façon que lorsque l'énergie totale utilisée monte jusqu'à un certain point les compresseurs sont coupés les premiers. Si cette opération ne réduit pas la charge en dessous du maximum voulu, l'un des broyeurs à matière première, et finalement l'autre cessent successivement de fonctionner.

Presque tous les broyeurs américains d'aujourd'hui emploient des moteurs synchrones pour actionner les broyeurs tubulaires. Les moteurs supersynchrones fabriqués par la General Electric et employés ici ont un stator qui tourne au démarrage et se trouve en phase avec le rotor stationnaire. Le stator est muni d'un frein constitué par une bande qui l'encercle. Lorsque ce frein s'applique au cadre du stator, le rotor et par suite le broyeur prennent de la vitesse; le stator se ralentit et s'arrête finalement. Ces moteurs démarrent au moyen du tableau principal situé dans la chambre de broyage derrière les moteurs. (Les broyeurs Compeb et les moteurs synchrones sont visibles dans la Fig. 6, voir page 546). Une grue à cage de 5 tonnes commandée à la main est installée au-dessus des moteurs, etc., comme le montre la Fig. 12 (voir page 553).

Les fours, les refroidisseurs et la machinerie de broyage sont fournis par la Allis-Chalmers Mfg. Co., Milwaukee, Wis.; presque tout l'équipement électrique est fourni par la General Electric Co.

NOTE DE L'EDITEUR.

L'EDITEUR du "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" international invite les lecteurs de ce journal à lui soumettre des articles en vue de leur publication. Les manuscrits peuvent lui être adressés en Anglais, Français, Allemand ou Espagnol; ils seront traduits dans les trois autres langues par des traducteurs spécialistes.

Ces articles auront trait à toutes les nouvelles idées ou développements sur la fabrication, la chimie ou l'essai des ciments, ou à tous les sujets d'un intérêt général pour l'industrie du ciment. On demande aussi des descriptions et des illustrations de nouvelles usines à ciment dans toutes les parties du monde.

Les constructeurs de matériel d'usine pour la fabrication du ciment sont également invités à nous soumettre toutes les informations et illustrations se rapportant au nouveau matériel qu'ils auraient construit et à son installation. Ces articles devront être adressés sous pli recommandé à: The Editor, "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, Angleterre.

Les chaudières à chaleurs perdues.

par A. C. DAVIS.

DIRECTEUR-ADMINISTRATEUR DES USINES ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.

L'APPLICATION aux cimenteries des chaudières à chaleurs perdues s'est principalement développée aux Etats-Unis, où l'on emploie plus généralement le procédé sec, dans lequel les gaz de la combustion contiennent un grand excédent de chaleur. Il existe également de telles installations dans certaines usines de l'Europe Continentale, basées également sur le procédé sec.

La première installation dont il soit fait mention date de 1902; elle a été réalisée à l'usine de la Cayuga Lake Cement Company, mais, ainsi que plusieurs autres installations de cette période de début, elle n'a pas fonctionné avec succès par suite des difficultés causées par les poussières et de l'absence de ventilateurs pour assurer l'augmentation de tirage nécessaire. Trois usines, semble-t-il, appliquaient cette méthode avec succès en 1915; en 1921, les chaudières à chaleurs perdues commençaient à être considérées aux Etats-Unis comme faisant presque partie de l'équipement normal des cimenteries travaillant d'après le procédé sec.

Dans le procédé sec, les gaz des fours, à la sortie, ont rarement, si même cela arrive, une température inférieure à 650° C, et, par suite, les chaleurs perdues sont dans bien des cas suffisantes pour produire toute l'énergie absorbée pour la fabrication, ou du moins l'étaient il y a encore quelques années. Elles suffisent si les matières premières ne sont pas par trop dures, et si elles contiennent très peu d'humidité, de sorte que la quantité de chaleur nécessaire à leur séchage est faible. Dans quelques cas, ce séchage peut être réalisé avec les gaz de la combustion après leur passage dans les chaudières. La situation n'est pas aussi favorable dans les installations modernes, par suite surtout de l'emploi de fours plus longs, où la consommation de charbon est plus faible, et de la généralisation d'une plus grande finesse de mouture, ce qui absorbe une quantité d'énergie bien plus grande.

Il existe aux Etats-Unis plusieurs usines relativement modernes utilisant le procédé humide, dans lesquelles les chaudières à chaleurs perdues ont été prévues pour produire toute la vapeur nécessaire, vu le bon rendement des turbo-génératrices et la généralisation de la commande électrique, mais on peut se demander si ce résultat est obtenu sans brûler plus de charbon dans le four qu'il ne serait indispensable pour produire le clinker en appliquant les méthodes les plus modernes.

Toutes les installations comportant l'utilisation des chaleurs perdues demandent à être étudiées et conduites avec un soin spécial, car la production de vapeur est entièrement subordonnée à la marche des fours. Il est nécessaire de disposer l'usine pour que sa consommation d'énergie soit régulière et que l'arrêt des fours (qui doit naturellement se produire rarement) n'empêche pas de maintenir les autres services en pleine activité. Il est généralement avantageux d'avoir sous pression une chaudière chauffée au charbon pour équilibrer la charge et assurer les opérations essentielles pendant l'arrêt des fours.

On a beaucoup discuté sur les mérites relatifs du système individuel (un four, une chaudière), et de celui à carneau commun, jouant le rôle de collecteur pour l'ensemble des gaz sortant des fours, et d'organe de répartition pour les chaudières. Ce dernier dispositif donne sans aucun doute une plus grande

flexibilité, mais entraîne inévitablement une perte additionnelle de chaleur, et souvent le coût des carneaux, avec les connexions et les registres nécessaires, paraît excessif par rapport au prix des chaudières elles-mêmes. L'étude de ces carneaux demande à être soignée, pour que la circulation des gaz chauds soit bien assurée, et qu'en même temps les pertes de chaleur par leurs parois soient réduites au minimum. Dans la plupart des usines, l'installation comporte une enveloppe en acier, avec une couche intérieure de briques calorifuges entre le métal et les briques réfractaires.

Dans une usine visitée en 1921, la chûte de température, des fours aux chaudières, ressortait à 11° C. seulement. Dans cette installation, le carneau collecteur, qui était commun à tous les fours, avait fait l'objet de soins particuliers, et les pertes de chaleur semblaient être remarquablement faibles, résultat qu'on ne peut obtenir que par une étude et une exécution très soignées.

Quand on adopte le système individuel, il est avantageux de prévoir un by-pass, qui permette de maintenir le four en marche, en cas de nécessité de détourner les fumées du générateur. L'absence de by-pass présente en certains cas des inconvénients considérables, mais en adoptant un tel dispositif, bien des avantages militent en faveur du système individuel, tant en raison de sa simplicité et de la diminution des frais de premier établissement qui en résulte, que de son meilleur rendement, dû aux moindres pertes de chaleur dans le carneau collecteur.

Pendant les premiers temps de l'emploi des chaudières à chaleurs perdues, on avait, semble-t-il, tendance à brûler un excès de charbon dans le four pour augmenter la production de vapeur. A un moment donné, on a même pratique dans quelques usines le réglage de l'admission d'air aux fours de façon à produire des gaz contenant environ 5% d'oxyde de carbone. Avec des fours travaillant suivant le procédé sec, la température des gaz à la sortie du four était suffisamment élevée pour provoquer la combustion de l'oxyde de carbone par l'admission d'air additionnel entre le four et la chaudière, ce qui augmentait la température des gaz en ce point. Dans quelques cas, cette pratique était probablement rendue indispensable par la présence d'une station d'énergie d'un type ancien, et sa nécessité ne s'est plus fait sentir quand on a installé des turbines modernes, d'une consommation de vapeur réduite.

L'emploi d'un excès de charbon dans le four en vue de la production de la vapeur est, bien entendu, une erreur, si l'on considère la consommation de charbon en tenant compte de la cuisson seulement, mais il ne s'en suit pas nécessairement que cette pratique soit réellement un gaspillage. En réduisant la consommation de charbon du four, l'insuffisance de vapeur qui en résulterait devrait être comblée par des chaudières chauffées spécialement. Or, on s'est maintenant rendue compte que la combustion de charbon se faisait dans les conditions les meilleures dans les fours rotatifs, ce qui permet à l'opérateur d'éviter la formation d'oxyde de carbone tout en réduisant au minimum l'excès d'air. La situation n'est pas aussi favorable à ce point de vue dans une chaudière. La combinaison du four rotatif et de la chaudière à chaleurs perdues, dans laquelle la chaudière est entièrement séparée de son foyer, peut être considérée comme présentant des conditions idéales pour la combustion, et, en outre, les détériorations subies par la chaudière sont réduites au minimum.

Dans chaque cas, il faut considérer les avantages et les inconvénients de cette solution, et, en tenant compte du combustible total afférent à la cuisson et à la production de l'énergie, il peut y avoir des cas où cette combinaison peut être avantageuse, même si l'on brûle dans le four plus de charbon que n'en nécessiterait la seule production du clinker.

La question des poussières doit être examinée spécialement, et la pratique habituelle est de disposer des injecteurs de vapeur pour enlever les poussières de la surface de chauffe, au moins une fois par jour. Dans quelques cas, on avait primitivement prévu des ajutages fixes, mais les jets, en se brisant toujours aux mêmes points, occasionnaient des érosions locales. Les lances portatives sont d'un emploi plus satisfaisant, et, s'il a été prévu des ouvertures convenablement disposées, et que les lances soient intelligemment manœuvrées, on n'a à craindre aucune difficulté du fait des poussières.

En Angleterre, on n'a pas adopté les chaudières à chaleurs perdues pour beaucoup de raisons. La principale en est, sans doute aucun, l'emploi presque universal du procédé humide pour la fabrication, qui est imposé lui-même par l'emploi habituel de matières premières de nature tendre et humide. Dans certaines cimenteries de construction ancienne, la disposition de l'usine aurait rendu difficile l'application du système, dont tous les avantages n'auraient pu être mis en valeur sans l'installation simultanée de génératrices électriques avec commandes par moteurs. Une telle installation entraîne des frais de premier établissement très lourds, qui pourraient ne pas donner de résultats financiers proportionnés.

A la température à laquelle, il y a encore quelques années, on laissait s'échapper les gaz de la combustion avec les fours travaillant suivant le procédé humide, on aurait certes pu envisager comme avantageux l'emploi de chaudières à chaleurs perdues si les conditions s'y prêtaient, mais d'autres facteurs sont intervenus depuis. Dans le procédé sec, la chaleur des gaz disponibles après la dissociation du carbonate de calcium, ne trouve aucun autre usage, tandis que dans le procédé humide, l'économie du combustible n'est théoriquement pas limitée, tant que les gaz n'ont pas été ramenés à la température d'ébullition de l'eau. Il est difficile de tirer parti dans un four de cette chaleur d'un potentiel peu élevé, mais de grands progrès ont été faits dans cette voie ces dernières années, et il est maintenant possible dans nombre de cas de réduire dans le four même la température des gaz à une valeur presque aussi faible que celle qu'on peut réaliser économiquement dans une chaudière à chaleurs perdues.

Pour mettre en parallèle les frais de premier établissement et les avantages des deux méthodes d'utilisation de la chaleur, nombre des facteurs entrent en jeu. La décision peut toutefois être affectée par une raison où la technique n'intervient pas, mais dont l'importance financière est considérable: par exemple, l'achat de l'énergie à l'extérieur. Il y a encore peu d'années, il était impossible d'acheter de l'énergie à un prix comparable à son prix de revient à l'usine, même avec des machines génératrices d'un faible rendement, mais depuis qu'il existe des super-centrales et des transmissions à longue distance, le prix de l'énergie rendue à l'usine et la sécurité de la distribution sont tels, qu'ils permettent aux industriels de se dispenser d'investir un capital considérable dans leur installation de force motrice, et de subir les ennuis afférents à son exploitation.

Les chaudières installées en vue de la récupération des chaleurs perdues peuvent être aquatubulaires ou ignitubulaires. Le premier type a été très largement répandu aux Etats-Unis par la Edge Moor Co., et en outre par la Babcock & Wilcox Company. La fig. 1 (page 555) donne la coupe d'une chaudière du type aquatubulaire, et on notera que les tubes de la chaudière comportent des chicanes, ce qui force les gaz de la combustion à lécher quatre fois les tubes, et leur communique une grande vitesse à la traversée du faisceau tubulaire.

La fig. 2 (page 556) représente une chaudière aquatubulaire type dans le cas d'une cimenterie appliquant le procédé humide; elle a trait à l'usine installée par la Dewey Portland Cement Company près de Davenport (Iowa, E.U.). Deux fours de 3m35 × 53m33, d'une capacité de production de 250 t par jour chacun, ont été montés en 1926, et un troisième en 1929. Chacun de ces fours est équipé avec une chaudière Edge Moor de 900 ch, à quatre passages, avec économiseurs, surchauffeurs et ventilateurs. Cette chaufferie produit, paraît-il, toute l'énergie absorbée par la fabrication, y compris celle des pelles électriques et du concassage des pierres. La figure 2 montre les deux premières chaudières; on peut voir la chambre à poussières entre le four et la chaudière. Dans le présent cas, l'économiseur a été placé sous le quatrième passage. A droite, on peut voir l'emplacement réservé à la troisième chaudière qui a été installée depuis.

A l'Usine de la Marquette Company, à Oglesby, il existe huit chaudières Edge Moor, de 1 000 ch, avec économiseurs, surchauffeurs et ventilateurs, pour transformer en vapeur les chaleurs perdues des gaz des fours, qui produisent 1 300 t de ciment par jour; à cette installation on a annexé un nouvel équipement, consistant en deux fours de 3m35 × 6m, produisant 800 t de ciment par jour. Ces deux derniers fours ont été équipés avec trois chaudières Edge Moor de 1 500 ch, avec économiseurs; deux de ces chaudières suffisent pour utiliser toutes les chaleurs perdues. Les onze chaudières à chaleurs perdues de ces deux cimenteries conjugées sont la seule source régulière de vapeur existante, et alimentent une station d'énergie qui fournit toute la force motrice, tant pour les travaux de carrière et autres services, que pour la fabrication elle-même. La fig. 3 (page 557) montre la disposition de ces chaudières avec leurs portes ouvertes, ce qui permet d'accéder aux chapeaux des tubes, et la fig. 1 (page 558) montre les économiseurs et les ventilateurs.

Pour les petites usines, la chaudière à tubes de fumée présente quelques avantages sur le type aquatubulaire, dont le principal est son prix nettement inférieur, en raison des frais d'installation moindres, et de l'absence d'infiltrations d'air autour de la surface de chauffe de la chaudière. On se trouve cependant en face de difficultés pour les grandes unités, en raison de l'épaisseur que nécessite le corps de la chaudière. La fig. 5 (page 559) donne une vue partielle d'une chaudière à tubes de fumée installée en 1923 à l'une des Usines des Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., accouplée à un four de petites dimensions alors en service, qui produisait de 3,5 à 4 t de clinker par heure, avec le pâte contenant 42% d'eau. Il y a lieu de noter la simplicité du dispositif, et cet équipement, d'une importance relativement faible, s'est comporté d'une façon satisfaisante et économique. A la mise en route, l'humidité contenue dans les gaz se condensait dans les tubes, l'eau agglomérait les poussières et formait une croûte, mais cette cause de dérangement a été éliminée en portant l'eau de la chaudière à une température légèrement supérieure à celle d'ébullition à l'aide de vapeur prélevée sur les autres chaudières, avant que les gaz de la combustion ne soient admis à passer par les tubes. Cette précaution une fois prise, les poussières n'ont plus donné lieu à aucun dérangement, et elles ont été soufflées périodiquement des tubes par des injections de vapeur produites par une lance montée à rotule, comme le montre la fig. 5 (page 559).

Cette installation a été soumise à une série d'épreuves exécutées avec le plus grand soin, et, pendant une période de onze mois, la température moyenne des gaz à l'entrée du surchauffeur étant de 404° C., la quantité moyenne de vapeur produite a été de 447 kg par t de clinker, à une pression de 9,14 atm et à une température de 251° C.

Les lois auxquelles obéit la transmission de chaleur dans ces tubes de fumée ont fait l'objet des travaux très précis de Lowford H. Fry, qui a consigné les résultats de ses recherches dans un mémoire présenté à l'American Society of Mechanical Engineers en décembre 1917. Les épreuves auxquelles a été soumise la chaudière qui vient d'être décrite confirment pleinement l'exactitude de la loi de Fry.

Le four rotatif dans la fabrication du ciment.—III.*

par W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

Description d'un essai d'un four rotatif.—Nous nous proposons maintenant de décrire en détail un essai de six jours effectué sur un four rotatif type procédent par voie humide.

Un plan général de l'usine est représenté dans la fig. 17 (page 562). Le stockage du charbon se fait dans un hangar simple dont le plancher est en béton. Le charbon arrive par wagons, le niveau des rails se trouvant environ à 3 m au-dessus du plancher de stockage. Pendant le travail ordinaire, on ne pèse pas le charbon; on le transporte en brouettes jusqu'aux rouleaux broyeurs de 22 cm par 60 cm. Il n'existe pas d'appareils d'alimentation. Les rouleaux sont distants de 3 cm environ; leur fonction est de concasser les gros blocs de charbon. Le charbon monte et se déverse directement dans le sécheur sans l'intervention d'une trémie ou d'un alimentateur. Le sécheur à charbon a 1 m 50 de diamètre et 15 m de long. Il est chauffé par un fourneau séparé.

Après le sécheur, le charbon monte dans une trémie pouvant contenir 1 tonne, située au-dessus du broyeur à boulets. Chaque broyeur tubulaire est aménagé avec une petite trémie de 115 kg de contenance seulement; on a adapté un dispositif permettant de faire écouler le produit sortant du broyeur à boulets dans l'un ou l'autre des autres moulins broyeurs.

En quittant les broyeurs tubulaires, le charbon pulvérisé est monté dans une trémie à charbon pulvérisé de 3 m 80 de diamètre et pouvant contenir 20 tonnes.

Le charbon s'écoule de la trémie au moyen d'un dispositif d'alimentation analogue au dispositif représenté dans la fig. 4. Les alimentateurs hélicoïdaux possèdent chacun un diamètre de 12 cm et un pas de 5 cm. Leur vitesse varie entre 100 et 150 tours par minute.

Le four rotatif.—Le four a 2 m 60 de diamètre et 61 m 50 de longueur, avec une zône de clinkérisation de 3 m 05 de diamètre et 12 m de longueur. Le revêtement en briques réfractaires a une épaisseur de 20 cm dans la zône de clinkérisation; il est suivi par un revêtement s'étendant sur 16 m 50 et ayant 15 cm d'épaisseur, puis de 28 m de revêtement ayant 11 cm 5 d'épaisseur. Le volume à l'intérieur du revêtement est de 264 m³.

Le four possède deux vitesses, obtenues au moyen de deux groupes de poulies, l'un lâche et l'autre tendu; première vitesse 0,95 tours/min; deuxième vitesse (plus basse), 0,76 tours/min. Le four a une inclinaison de 1/25.

Il n'existe pas d'élévateurs à matière première, mais il y a 150 tasseaux en fonte dans la dernière partie du four comprenant une longueur de 29 m. Les tasseaux ont une largeur de 7 cm et dépassent la surface du revêtement de 30 cm. La surface totale exposée est seulement de 7 m².

Refroidisseur rotatif.—Le refroidisseur a généralement un diamètre de

* Pour les figs. 1-7 voir le numéro de janvier.
Pour les figs. 8-16 voir le numéro de mars.

1 m 70 entre les plaques de l'ossature, et une longueur totale de 20 m 50. Il possède une extrémité élargie, ayant 2 m 15 de diamètre et 2 m 45 de longueur. Inclinaison du refroidisseur: 1/16,7. Vitesse en tours/min: 3,16. Les dispositions intérieures du refroidisseur seront décrites plus loin à propos du rayonnement de son ossature. Etant donnée la configuration du terrain, le refroidisseur est disposé à angle droit avec le four.

Conduit de chûte du clinker.—Le conduit par lequel le four et le refroidisseur communiquent entre eux est représenté dans les fig. 18 et 19 (page 564). Il existe une brèche entre l'extrémité du refroidisseur et la surface du mur à travers laquelle une certaine quantité d'air froid pénètre dans le four et par laquelle une quantité de 3 à 4% de clinker se déverse par terre. A l'origine, il y avait un conduit de chûte du clinker en fonte revêtu de briques réfractaires, mais il a été délogé, et on lui substitua le dispositif représenté dans les fig. 18 et 19. La surface minimum d'une coupe droite du conduit de chûte est de 84 cm².

L'alimentation en matière première.—On a aménagé un alimentateur rotatif analogue à celui qui est représenté dans la fig. 3. L'arbre de l'alimentateur se prolonge au-dessus de l'extrémité du four, et se trouve actionnée au moyen d'une courroie raccordée à l'ossature du four. Le chauffeur peut augmenter le débit de l'alimentation en disposant au moment voulu un bloc de bois dans le tuyau de surcharge.

Le bec brûleur à charbon.—Celui-ci est un tuyau plan de 15 cm de calibre qui pénètre dans l'extrémité du four à une profondeur de 40 cm.

Puissance exigée.—La puissance moyenne employée est, en C.V.: Pour le four, 33; pour le refroidisseur, 8; pour le ventilateur affecté au brûlage du charbon, 4.

Les conduits d'échappement du four et la cheminée.—Les gaz qui se dégagent du four passent à travers une chambre à poussières de 133 m de contenance qui arrête 450 kg de produit environ pendant les 24 heures. La cheminée a environ 90 m de haut.

Tableau d'essai du four.—On verra sur la feuille d'essai du four que l'essai a duré pendant six jours seulement, les chiffres étant relevés tous les jours à midi.

On pesait le charbon pris au dépôt de stockage en portions de 125 kg, à l'aide de brouettes qu'on pesait sur la plateforme d'une bascule, et qu'on déchargeait ensuite vers les cylindres à charbon.

Avant de commencer l'essai, on faisait fonctionner à vide le sécheur à charbon pendant une heure; ensuite on faisait débiter la trémie du broyeur à boulets jusqu'à la vider complètement. Au moment précis où celle-ci se trouvait complètement vide, on arrêtait immédiatement le broyeur à boulets et le broyeur tubulaire qui se trouvaient ainsi entièrement remplis de charbon. On aplanissait le niveau du charbon pulvérisé dans la grande trémie, et on mesurait la hauteur de ce niveau au-dessus du fond de la trémie, à midi, au moment de commencer l'essai. A la fin de l'essai toutes les conditions initiales se trouvaient de nouveau remplies, de sorte que la seule correction qu'il y avait à apporter à la quantité de charbon pesée pendant l'essai se mesurait par la différence de niveau dans la trémie à charbon pulvérisé au début et à la fin de l'essai.

Reportons nous de nouveau à la feuille d'essai. La durée effective de fonctionnement du four inscrite dans la colonne 2 est relevée, en premier lieu, par le chauffeur. Celui-ci enregistre, pour chaque travail de 8 heures les moments d'arrêt du four, et la raison de ces arrêts. On avait installé un enregistreur de vitesse, commandé par l'un des arbres de l'engrenage actionnant le four; ce qui permettait d'avoir, avec les arrêts enregistrés sur la feuille d'essai un contrôle effectif de la durée de fonctionnement du four.

TABLEAU D'ESSAI D'UN FOUR.

Diamètre du four à l'intérieur de l'ossature 2 m 60, longueur, 61 m 5 Zône de clinkerisation 3 m diamètre à l'intérieur de l'ossature sur 12 m de long. Système Tirage cheminée

	FOUR			MATIERE PREMIERE			CHARBON BRUT			CHARBON PULVERISE			CLINKER	GAZ DEGAGES			TEMPERATURES		
	Temps de fonctionnement total en minutes	Temps de fonctionnement effectif en minutes	Vitesse de rotation du four en tr par min	Eau pour cent	CaCO3 % libre de toute matière organique	Refus sur tamis de 4900 mailles au cm2	Quantité passée par heure en tonnes	Humidité entrant dans le sécheur %	Humidité sortant du sécheur %	Refus sur tamis de 4900 mailles au cm2	Refus sur tamis de 1200 mailles au cm2	Pouvoir calorifique en Cal par kg sec	Tonnes evaluées à l'état sec	CO^2	O^2	CO	Clinker sortant du four °C	Gaz dégagés du four en °C	A la base de la cheminée en °C
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
14 juillet midi a 15 juillet midi	1440	1308	0 91	44 3	77,1	7,0	52 70	1,90	1 10	10 0	0 31	7433	7,15	17 9	7 0	—	151	499	318
15 juillet midi a 16 juillet midi	1440	1360	0 93	45,0	77 1	7 3	56 00	1 92	1 19	12 3	0 50	7580	7 05	21,1	4 5	—	144	492	314
16 juillet midi à 17 juillet midi	1440	1354	0 91	45,0	76,7	6 7	49 00	1,87	1 11	8 6	0,24	7767	7,04	21 4	4 3	—	151	469	317
17 juillet midi à 18 juillet midi	1440	1319	0,91	44,7	76 6	6 3	46,50	1 86	0 98	8,6	0 21	7461	6 96	22,8	3,2	—	147	479	306
18 juillet midi a 19 juillet midi	1440	1330	0 90	44,7	76,5	6 4	45,00	1 82	1 08	7 4	0,47	7489	6 75	19 8	5 5	—	144	449	306
19 juillet midi a 20 juillet midi	1443	1325	0 91	44 2	76,5	6,5	33 60	1,73	0,88	7 2	0 46	7317	6,90	23 3	2,8	—	151	452	302
Moyennes .	—	heures 133,3	0,91	44,6	76,7	6,7	282,80	1 85	1,06	9,02	0,36	7507	6,97	21 1	4,5	—	148	473	311

On trouvera, fig. 20 (page 565) un modèle de diagramme d'essai. Ce diagramme indique clairement les temps de fonctionnement du four en vitesse maximum et les temps de fonctionnement en petite vitesse, ainsi que la durée des arrêts. On remarquera qu'après chaque arrêt, on faisait marcher le four à faible vitesse (mais à pleine alimentation en charbon), pour une courte période afin de le réchauffer. Les arrêts du four, effectués toutes les trois heures (arrêts marqués B sur le diagramme) permettaient de mesurer chaque fois la quantité débitée par les alimentateurs hélicoïdaux pendant 100 tours. Pour cela, on adaptait un dispositif latéral, muni d'une soupape à déflexion permettant de déverser pendant une minute le charbon sortant de l'alimentateur dans un sac, puis de le peser. Un compteur enregistrait pendant l'essai le nombre de tours effectués par les alimentateurs hélicoïdaux.

On obtenait de cette façon le poids moyen de charbon pulvérisé déchargé pendant 100 tours par les alimentateurs hélicoïdaux. Le chiffre obtenu, multiplié par le nombre total de tours effectués doit donner le poids de charbon sec admis dans le four. En introduisant des corrections convenables, on trouvait un accord parfait dans cet essai particulier entre le poids de charbon évalué de cette manière et le poids de charbon brut obtenu par pesage. Toutefois, on n'obtenait pas toujours un accord aussi rigoureux.

Les périodes pendant lesquelles le four fonctionnait sur la faible vitesse, indépendamment des périodes réservées au passage du charbon dans le dispositif latéral sont marquées H sur le diagramme. Leur nombre est relativement petit et il aurait même été plus petit si le fonctionnement du four ne se trouvait pas dérangé par les arrêts consacrés aux mesures à effectuer sur le charbon au moyen du dispositif latéral déjà mentionné. Les conclusions générales qu'on peut tirer du diagramme sont que les vitesses du four s'adaptaient parfaitement au régime d'alimentation en matière première préconisé, et que l'alimentation en charbon ainsi que l'alimentation en matière première se faisaient toutes les deux sous régime constant

Dans quelques usines, un diagramme analogue indiquait que la vitesse du four se trouvait modifiée deux ou trois fois par heure, révélant ainsi une irrégularité dans le fonctionnement, qu'il fallait déterminer.

Colonne 3.—Un compteur de tours était commandé par un arbre de l'engrenage actionnant le four, le rapport de la vitesse de rotation de l'arbre à celle du four étant connu. On faisait les lectures sur le compteur tous les jours à midi; d'après le nombre total de tours effectués par le four et la durée de fonctionnement effective, on obtenait la valeur moyenne du nombre de tours par minute du four.

Les données relatives à la matière première, et relevées dans les colonnes 4, 5 et 6 ont été fournies par les chimistes de l'usine, la production de ces données faisant partie du travail normal des chimistes, que le four fût soumis à l'essai ou non. Nous avons déjà décrit la méthode d'obtention des données figurant dans les colonnes 7 à 12.

Colonne 13.—Le clinker sortant du refroidisseur tombait dans un peseur rotatif du type indiqué dans la fig. 8. La quantité rendue par chaque compartiment était vérifiée plusieurs fois par jour à l'aide d'une bande à plateforme. On a trouvé que cette quantité variait entre 29 kg 5 et 30 kg 5. On montait le clinker sortant du peseur rotatif puis on le déchargeait dans des wagons jaugeant 60 cm, cette dernière opération ayant été jugée très commode. On pesait ensuite le clinker à l'aide du pont à bascule, et on obtenait ainsi le poids total de clinker fabriqué pendant les six jours. La valeur moyenne de la quantité de charbon rendue par chaque compartiment et déduite de ces mesures était de 30 kg.

Colonnes 14, 15 et 16.—L'analyse des gaz dégagés a été effectuée au moyen d'un appareil Orsat, à des intervalles réguliers pendant la journée.

Colonnes 17, 18 et 19.—On mesurait la température du clinker sortant du refroidisseur en enfermant le produit déchargé dans une boîte cubique en bois de 15 cm d'arête et en y plongeant un thermomètre à mercure. De grandes précautions doivent être prises, autrement les chiffres obtenus risqueraient de donner des valeurs plus faibles que les valeurs réelles. Un enregistreur unifilaire donnait la température des gaz sortant du four.

On mesurait à intervalles réguliers la température à la base de la cheminée à l'aide d'un pyromètre et d'un indicateur portatif. On prenait la moyenne des lectures effectuées pendant une journée. Dans le cas qui nous occupe le tuyau reliant le four à la cheminée est d'une longueur exceptionnelle, nommément de 88 m; on remarquera la chûte de température qui existe entre l'extrémité de dégagement du four et la base de la cheminée. Cette chûte est due notamment à une rentrée supplémentaire d'air froid.

"Plaintes" au sujet du ciment.—II.

par H. A. HOLT.

ON rechercha les causes de l'accident suivant: des linteaux de béton armé, recouverts d'un enduit au mortier de ciment avaient péris par suite de la disparition totale de l'enduit. On découvrit à l'analyse, que le béton du linteau contenait 14,5% de charbon provenant de l'agrégat de scories; de plus, l'enduit n'avait été appliqué qu'en une seule couche et était si dense que par places il s'était arraché du massif. Le massif avait augmenté de volume à cause de l'oxydation du charbon et avait détruit le peu d'adhésion qui retenait l'enduit.

On étudia aussi le cas d'un accident analogue: des tuiles vernissées s'étaient détachées d'un enduit. On dit que l'enduit en était la cause. En fait, c'était la faute de l'agrégat du massif qui contenait 3% de charbon: ce charbon, en augmentant de volume, avait repoussé l'enduit et par conséquent desserti les tuiles.

L'effet nuisible du charbon dans un agrégat, peut être diminué jusqu'à un certain point, en augmentant suffisamment la densité du béton de façon à s'opposer à la pénétration de l'air et de l'humidité; le charbon est alors difficilement oxydé. On ne trouve naturellement de charbon, que presque uniquement dans les scories de coke et dans des agrégats du même genre utilisés pour la fabrication d'un béton léger et poreux qu'on enduit en conséquence de mortier: et c'est de ce mortier que dépend l'accès plus ou moins rapide jusqu'au massif, des agents oxydants, c'est à dire de l'air et de l'eau.

Il est toutefois toujours imprudent d'employer des agrégats contenant autre chose qu'une trace de charbon facilement oxydable puisque les bétons faits avec de tels agrégats sont sujets à se gonfler à la prise. Si le gonflement à la prise se trouve évité à cause de la rapidité de séchage du béton, il se produira probablement plus tard, lorsque le béton sera humide pour des raisons atmosphériques ou pour d'autres.

De même que pour le charbon, l'effet pernicieux des sulfures de l'agrégat n'est pas aussi prononcé quand le béton est très dense et imperméable. On fit des essais sur un trottoir de béton déjà coulé et qui avait servi pendant un temps considérable; et tant que sa résistance et son bon état durèrent, on

trouva qu'il était de première qualité. A l'analyse on trouva que la scorie qui avait servi d'agrégat contenait des sulfures en quantités bien supérieures à la limite de sécurité admise, mais, la plateforme avait été consolidée par les effets d'un vibrateur et était pratiquement imperméable. On fit, avec une scorie basique, qui était cristalline, dure, et dont la grosseur était bien graduée, mais qui contenait 2,5% de soufre à l'état de sulfure, des cubes au dosage de 4 pour 1. On en fit les essais à sept jours et on les compara avec ceux provenant de cubes semblables faits avec le même ciment, mais avec du bon sable. Les cubes de scorie ne donnèrent que 40% environ de la résistance des cubes de sable.

On trouve fréquemment des sulfures dans les spaths, souvent à l'état de combinaison : c'est le cas du sulfure de zinc qui est un constituant désastreux.

On trouva aux essais que cinq spécimens de béton défectueux contenaient du zinc et du soufre sous forme de sulfure, sans doute en combinaison :

	Zinc	Soufre à l'état de sulfure.
1er cas	5,26 %	2,22 %
2eme ,,	1,22 ,,	4,36 ,,
3eme ,,	5,98 ,,	2,30 ,,
4eme ,,	2,94 ,,	1,43 ,,
5eme ,,	3,32 ,,	1,63 ,,

Dans chacun de ces cas, à deux jours, le béton n'avait pas fait prise convenablement, et on pouvait le casser facilement entre ses doigts. De plus, à cette période le béton contenait une grande quantité d'humidité, non combinée. Le durcissement qui en résultait était lent dans presque tous les cas. D'autres sels de zinc, tels que le carbonate de zinc, et l'oxyde de zinc ont des effets désastreux sur le béton.

On trouve aussi du sulfure de plomb dans certains spaths; il est presque aussi instable que le sulfure de zinc. Le béton se comporte de façons différentes suivant le métal auquel le soufre est combiné sous forme de sulfure, mais pour presque tous les agrégats contenant du soufre, le soufre se combine avec le fer du ciment, pour donner un sulfure de fer ce qui donne au béton une couleur verte au début et rouille plus tard.

Souvent les spaths contiennent du sulfate de chaux qui avec l'aluminate de chaux du ciment donne un sulfo-aluminate de chaux qui a pour effet final la désagrégation du béton.

Il n'est pas prudent " d'exposer à l'air " des agrégats contenant des sulfures, bien que quelques-uns, comme le sulfure de magnésium (qui est légèrement soluble) puissent se trouver éliminés de cette façon, car le sulfure de calcium se transforme en sulfate de calcium avec l'effet que nous avons rappelé dans le paragraphe précédent.

Si on utilise pour du béton armé des agrégats contenant des sulfures, le résultat peut être désastreux. Le soufre se combine d'abord avec le métal, pour former du sulfure de fer, plus tard de l'oxyde de fer. Le béton se désagrège alors par gonflement. Les sulfures que l'on trouve dans les cendres de charbon de terre, sont en général, assez stables, s'ils n'existent pas en excès. La présence d'anhydride sulfurique dans un agrégat est souvent une cause de destruction du béton, puisqu'elle équivaut à l'addition au ciment d'un excès de gypse. On trouva, dans le cas d'un enduit appliqué sur une maçonnerie de briques, qui s'était soulevé et craquelé, que les briques elles-mêmes contenaient un excès d'anhydride sulfurique qui, vu l'état humide du lieu, avait causé le boursouflement et la fissuration du mortier de ciment et de l'enduit de ciment.

Voici un cas intéressant de destruction de béton causée par l'anhydride

sulfurique: on se plaignait qu'une route en béton non armé, faite depuis deux ans, avait commencé depuis peu à se gonfler par places, jusqu'à 15 cms même en un certain point. A l'examen on trouva que le béton était craquelé et très désagrégé en certains endroits. Les agrégats étaient du gravier et du sable de rivière qui avait été jugé satisfaisant mais l'analyse du mortier séparé du gravier, révéla qu'il y avait jusqu'à 6% d'anhydride sulfurique: c'était naturellement là, la cause de la destruction du béton, mais le problème consistait à trouver d'où il était venu. On découvrit que le béton avait été assis sur un soubassement de pierres mélangées à des scories. Les scories contenaient du soufre sous forme de sulfure et d'anhydride sulfurique que le béton avait en conséquence absorbés jusqu'à sa propre destruction.

On a rencontré le cas suivant: des poteaux de béton élevés autour d'un tas de déchets de houillère se désagrégeaient au niveau du sol. Les poteaux avaient leur pied dans l'eau d'une petite source qui sortait du pied du tas de déchets. L'analyse révéla que cette eau contenait un énorme excès de sels, en particulier des sulfates de calcium, de magnésium et de sodium. Ces sels avaient réagi sur le ciment et causé la désintégration.

Il arrive quelquefois que des accidents soient causés par l'incapacité de l'usager du béton à comprendre ses limites d'emploi. L'ingénieur d'usine qui compte sur un béton pas du tout ou insuffisamment protégé pour résister à l'attaque de liquides industriels peut se causer à lui-même de sérieux ennuis. On a parlé par exemple de la destruction d'un plancher d'usine, due à une accumulation sur ce plancher de déchets de graisse. La graisse contenait une petite quantité d'acides gras, qui eux-mêmes n'étaient pas en bien grande quantité, mais au bout d'une longue période, à mesure que la graisse rancissait, la quantité d'acide avait augmenté jusqu'à ce que la surface du béton soit rongée. Si on avait tenu suffisamment propre la surface du plancher et empêché les accumulations de graisses, le dommage causé au plancher eut été réduit au minimum. Il aurait pu être réduit encore plus si l'on avait traité le plancher par trois applications abondantes d'une solution de silicate de soude.

Une route sur laquelle on avait posé des pavés de bois ne durcit pas de façon satisfaisante: on fit des expériences au laboratoire pour en trouver la cause. On plaça des pavés de bois au dessus du béton quand il fut âgé de 24 heures jusqu'à 7 jours et dans aucun cas on n'obtint de résultat qui ne donnait pas satisfaction. De l'autre côté, quand les pavés de bois étaient placés sur un béton qui avait à peine fait prise, on trouva que le béton absorbait la créosote du bois, et malgré la prise du ciment il n'acquérait pratiquement aucune résistance.

L'effet destructeur du sucre sur le ciment est bien connu, mais tous ne se rendent peut-être pas compte qu'une quantité infinitésimal de sucre est propre à causer des ennuis. Un plancher en béton armé ne put durcir, et on ne put trouver aucune raison pour l'expliquer. L'agrégat, le sable, et le ciment étaient de première qualité—le sable avait été lavé—la main-d'œuvre au dessus de la question; et ce ne fut seulement que par une enquête toute fortuite qu'on découvrait que le sable lavé avait été livré dans des sacs à sucre. Un peu de sucre était resté dans chaque sac, s'était dissous dans le sable humide et ainsi, avait été introduit, complément inaperçu, dans le ciment avec ces effets désastreux.

Les liquides au tanin, en contact avec du béton non protégé sont presque toujours cause de sa destruction, de même que presque toutes les solutions acides. Dans ces cas, il est nécessaire d'avoir une garniture inattaquable aux acides ou un revêtement qui empêche tout contact entre l'acide et le ciment. Un mélange de brai et de goudron constitue un revêtement convenable, ou mieux encore un asphalte résistant aux acides, ou du plomb.

Dans l'analyse d'un béton défectueux, deux des points les plus difficiles à établir de façon satisfaisante sont la consistance du mélange qui fit le béton et la qualité des soins qui lui ont été donnés. L'apparence donne souvent une idée du premier point, mais conduit quelquefois à de fausses interprétations. Un chiffre élevé pour la perte au feu peut indiquer qu'on employa trop d'eau pour le mélange, mais elle peut aussi indiquer qu'on n'employa pas assez d'eau avec comme résultat un béton poreux. On peut tirer une conclusion satisfaisante, quant à la consistance, de la quantité d'eau non combinée contenue dans le béton, mais on doit s'assurer que la présence d'aucun autre agent tel que le gel, la présence de matières organiques ou de sucre, n'ait pu retarder la prise. Une faible perte au feu et un chiffre élevé pour la quantité d'humidité non combinée peuvent indiquer que le béton a subi le gel, ou que la prise du ciment a été arrêtée par d'autres causes. Une faible perte accompagnée d'une faible humidité non combinée indique un séchage rapide et forcé.

L'expérience a montré que l'emploi de fragments de trapp et de poussière de trapp comme agrégat a fréquemment pour résultat l'absence du durcissement du béton, et ceci est plus particulièrement visible par temps humide ou quand la température est assez basse. Un grand nombre d'expériences ont été faites, mais aucune explication satisfaisante n'est encore apparue. Il est probable que cette mollesse du béton est due à la grande proportion d'eau qu'il faut ajouter pendant le mélange pour mouiller les fines particules de poussière et aussi à la faiblesse inhérente du béton causée par l'incapacité du ciment à " recouvrir " la poussière. Si la poussière était tamisée et remplacée par du sable, on obtiendrait des résultats satisfaisants

La destruction de certains pieux en béton au moment du fonçage fournit un cas intéressant et d'une autre sorte. Quand on brisa les pieux défectueux et qu'on les examina, on découvrit dans le béton, des taches brillantes, de couleur verte et particulièrement aux endroits ou les pierres s'étaient détachées du mortier. A l'air, ces taches sechaient en devenant blanches. Le gravier provenait du dragage du lit d'une rivière et quand il était sec, paraissait tout à fait propre. Les recherches que l'on fit montrèrent que le dépôt vert qui se faisait dans le béton était une algue, flore végétale aquatique. Cette algue recouvrait une partie de l'agrégat quand il était dans la rivière et s'était trouvée incorporée au béton. La pellicule qui entourait l'agrégat avait empêché une adhérence convenable avec le ciment dont l'efficacité avait été réduite par la matière organique. A tous ces facteurs, ajoutez un mauvais dosage, un mauvais mélange, et la présence de charbon qui avait été dragué avec l'agrégat, et la destruction du béton ne parait pas inexplicable.

On se plaint souvent de l'efflorescence, véritable ou prétendue, en particulier pour les ouvrages en béton coloré. Un exemple typique est offert pour le cas d'une grande construction en béton, à la surface de laquelle s'était formée une efflorescence qui avait gâté entièrement l'aspect de la construction. On découvrit que certaines parties de l'ouvrage avaient été laissées avec un mauvais fini et que l'entrepreneur avait lavé toute la surface avec un coulis de ciment. Ceci expliquait l'efflorescence parce que l'eau du coulis de ciment s'était chargée de chaux en solution; en séchant, cette chaux s'était déposée sur la surface du béton et au contact du gaz carbonique de l'air s'était transformée rapidement en carbonate de chaux. Toutes les surfaces de béton sont recouvertes d'une pellicule de carbonate de chaux, mais en général suffisamment mince pour être imperceptible, excepté dans les cas où le béton est poreux; l'hydrate de chaux peut se trouver dissous et entraîné hors de la masse du béton jusqu'à la surface par capillarité.

Une autre plainte au sujet de l'efflorescence se révéla n'être pas autre chose qu'un dépôt accumulé de sels de l'eau de mer, séchant sur la surface du béton.

La cause de la plainte sur le ciment la plus remarquable qu'on ait probablement jamais rencontrée fut appelée par méprise, efflorescence. On construisait, entre les marées, des fondations et des murs: on employait le mélange 4 : 2 : 1 et comme agrégat, du granit de bonne composition granulométrique et du sable. Le béton était bien mélangé et mis à une place humide, la pompe faisant défaut. Quatre heures après, l'eau de mer couvrait le béton sous une profondeur de 1 m 85. Quand après quatre jours des pompes épuisèrent l'eau, on trouva sortant verticalement du béton quelque chose qui ressemblait à une forêt de tubes blancs. Les tubes étaient minces, mais très durs; ils avaient environ 5 millimètres de diamètre et étaient légèrement coniques. Ils étaient répartis assez régulièrement, environ un par décimètre carré et étaient en moyenne d'une hauteur de 40 cms, bien que quelques uns atteignissent 90 à 120 cms. L'explication probable de ce phénomène est qu'une solution de chaux fut chassée du béton, à travers les trous d'air, par le dépôt de l'agrégat et aussitôt que cette solution de chaux arriva en contact avec l'eau de mer brute, le carbonate de chaux fut précipité.

Ceci se produisit aussi longtemps que le béton fut plastique et le tube de carbonate de chaux poussa ainsi. Le précipité ne pouvait se produire que sur la périphérie du jet d'eau de chaux et l'intérieur du jet arrivait au travers du tube jusqu'au haut. Le mouvement ascendant de la solution de chaux était dû probablement au fait que sa densité était plus faible que celle de l'eau de mer. Un tel phénomène ne se produirait probablement pas en eau douce car l'eau de chaux aurait alors une densité relative plus grande et tendrait à former une croute ou " laitance " à la surface supérieure du béton.

L'industrie du ciment Portland aux Etats-Unis en 1929.

POUR la première fois depuis 1921, la production et la vente du ciment Portland sont en diminution aux Etats-Unis par rapport à l'année précédente. D'après les statistiques du Bureau of Mines des Etats-Unis, il semblerait que la production de 1929 se soit montée à 28.753.290 t, contre 29.914.560 t en 1928, soit une diminution de 1.161.270 t, ou 3,9%. En 1929, la vente est estimée à 28.839.900 t, contre 29 827.350 t en 1928, ce qui fait une diminution de 987.360 t ou 3,3%. La capacité de production de cette industrie s'est accrue en 1929 d'une quantité comprise entre 1.530.000 et 1.700.000 par suite d'installations nouvelles comportant neuf usines et un atelier de broyage, et de 510.000 à 680.000 t, par l'amélioration et l'agrandissement des cimenteries existantes; à la fin de l'année la capacité des usines existantes était d'environ 43 millions t par an, soit une augmentation de 2.359.000 t par rapport à 1928. En août qui a été le mois de production maximum de l'année, la production a atteint 86% de la capacité des usines.

Les prix n'ont cessés de baisser toute l'année, spécialement pendant la deuxième moitié. En 1928, le prix net moyen à l'usine a été de 41 fr. par baril, soit 250 fr. la tonne. En 1929, les prix auraient subi une baisse allant jusqu'à 25% et en moyenne de 10%.

La valeur des 28.900.000 t vendues en 1929 était approximativement de 6.390.000.000 fr. contre 7.200.000.000 fr. pour les 29.900.000 t de 1928.

Les importations des dix premiers mois de l'année se sont montées à 262.986 t, contre 347.161 t pour la même période de 1928. L'importation totale de 1928 a été de 388.294 t. La valeur moyenne du ciment importé pendant les dix

premiers mois de l'année était de 181 fr la tonne contre 212 fr en 1928. Les deux tiers du ciment Portland importé pendant les dix premiers mois de l'année (179.860 t) venaient de Belgique. La valeur moyenne du ciment importé dans l'Etat de Massachusetts est de 220 fr. la tonne.

Au point de vue mécanique, selon le " Rock Products," l'année 1929 est principalement caractérisées par deux progrès remarquables, la généralisation si intéressante du broyage en circuit fermé, par le procédé humide ou sec, mais plus particulièrement sec, et l'emploi croissant de filtres à boues. Au point de vue économique, on peut signaler le développement remarquable pris par les navires aménagés pour le transport du ciment en vrac. Les navires de haute mer, pour le transport du ciment en vrac, équipés pour le déchargement par leurs propres moyens ne constituent pas toutefois une invention récente, car des navires de ce type sont utilisés sur les Grands Lacs de l'Amérique du Nord par une ou deux fabriques de ciment depuis plusieurs années. L'année 1929 a été marquée par la mise au point d'un navire de ce genre d'un nouveau type, dans lequel le déchargement de la cargaison s'effectue à l'aide d'un ou de deux godets racleurs se déplaçant dans des tunnels, au lieu des convoyeurs à courroie habituels. Des bateaux et des péniches d'un type à peu près analogue ont été adoptés pour le transport en vrac sur la côte de l'Atlantique et sur le Mississipi et l'Ohio ainsi que sur les Grands Lacs. La conséquence économique de ces dispositions nouvelles a été la construction d'ateliers d'ensachage ou d'embarillage dans des villes très éloignées des cimenteries, ce qui a fait bénéficier plusieurs usines à même d'utiliser la voie d'eau d'une grande partie des avantages jusqu'alors réservés aux usines situées en plein centre de grande consommation, car des livraisons par camions peuvent être faites directement des ateliers d'expédition chez le client.

Depuis près de deux ans, la Portland Cement Association a fait faire à l'Université du Minnesota des recherches sur le broyage en circuit fermé, en collaboration avec le Bureau of Mines, et au Bureau of Standards des recherches basées sur la granulométrie. Quoique les résultats de ces recherches n'aient pas été rendus publics, sauf pour les membres de la Portland Cement Association, on en sait assez pour prévoir qu'ils seront presque révolutionnaires.

Le broyage humide en circuit fermé, s'est contré efficace et économique en métallurgie, mais il n'en a pas été même pour le broyage à sec en circuit fermé. Le développement simultané de ces deux méthodes ouvre à nouveau la controverse sur les procédés sec et humide. L'une ou l'autre est d'une application plus ou moins efficace suivant la dimension des granules broyées la plus favorable aux réactions chimiques du four rotatif; il semble que ce point soit bien établi, quoiqu'avec de légères variation selon les matières et les conditions de fabrication.

Durant ces dernières années, en raison de la demande croissante de ciment de prise de plus en plus rapide et de la proportion plus étudiée des matières qui en est la conséquence, le procédé humide était de beaucoup le plus répandu. Non seulement la préparation est plus exacte et le contrôle plus aisé, mais l'économie que procure le broyage humide, donne au procédé humide des avantages indéniables. L'équipement Ford, pour le procédé humide, par l'emploi de filtres à boues et en outre par ses méthodes évitant les pertes de chaleur, a réduit la consommation de charbon, répartie sur un mois, à moins de 20 kg pour 100 kg de ciment, avec du charbon à 7800 cal.

Mais, depuis l'emploi de séparateurs en circuit fermé avec les broyeurs de matières premières à sec et l'adoption d'un contrôle précis de la dimension des particules débitées, la comparaison des deux procédés doit être reprise, semble-t-il, sur de nouvelles bases. Certaines usines, d'installation ancienne et presque désuète, ont ainsi obtenu des résultats remarquables, au point de

vue de la qualité du produit et du rendement, tant des groupes broyeurs que des fours. Les séparateurs à air, surtout en queue, ne constituent nullement une nouveauté en cimenterie, mais le type actuel et son adaptation sont nouveaux. Suivant certains fabricants, d'une expérience industrielle consommée, bien des usines anciennes équipées pour le procédé sec ne pourraient que gagner à employer le broyage à sec en circuit fermé, à sélectionner les particules de matière brute suivant la dimension convenable pour une fabrication donnée, et à utiliser les méthodes de mélange à sec les plus perfectionnées.

La Société américaine pour l'Essai des Matériaux projette actuellement de réviser les spécifications des normes s'appliquant au ciment Portland, en portant les épreuves de résistance minimum à la traction au 7e jour de 15,8 à 19,3 kg/cm², et la résistance minimum à la traction au 28e jour de 22,8 à 24,6 kg/cm². Une sous-commission spéciale a été nommée pour étudier la question de la limitation de la teneur en chaux, en adoptant le rapport moléculaire de la chaux à la silice, à l'alumine et au fer. La Commission prépare à titre d'essai de nouvelles spécifications pour le ciment Portland à prise rapide: au lieu des 2% d'anhydride sulfurique indiqués, on propose d'augmenter cette proportion à 2,5%; on propose en outre de porter la résistance minimum à la traction à un jour à 19,3 kg/cm², et à trois jours à 26,36 kg/cm².

La prise apparente du ciment

NOUS avons reçu la lettre suivante de M. Frederick Whitworth de Bruxelles:

MONSIEUR,—En réponse à la lettre signée "W. T. W.," publiée dans le numéro d'août 1929 de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, et ayant trait à la prise apparente du ciment, je vous adresse ci-dessous le résultat de quelques expériences faites par moi-même, il y a quelque temps, avec les conclusions auxquelles j'ai abouti.

Les essais ont portés sur les points suivants:

(1) Un échantillon fût prélevé sur du ciment normal, ne présentant aucun signe de prise apparente, bien que le gâchage ait eu lieu avec une vitesse excessive. Cet échantillon a été chauffé pendant une demi-heure à 150° C et il se trouvait par suite dans les mêmes conditions que si le broyage l'avait fortement échauffé; le début de la prise apparente s'est produit au bout de dix minutes environ.

(2) Un échantillon de clinker a été pulvérisé à l'aide d'un petit broyeur de laboratoire, et divisé en trois parts. Les essais suivants ont été exécutés:

(*a*) Le gâchage a suivi immédiatement le broyage, et la prise a été rapide.

(*b*) La seconde partie a été gâchée, après addition de 4% de sulfate de chaux (gypse); l'allure du durcissement a été modérée, et le début de la prise a eu lieu au bout d'une demi-heure (épreuve à l'aiguille de Vicat).

(*c*) La troisième partie a été malaxée avec 4% de gypse, et chauffée à 150° C. pendant une demi-heure. Il en est résulté une prise "mouchetée"; en certains endroits se manifestait une légère prise apparente, mais dans l'ensemble la prise s'est poursuivie à une allure modérée comme pour l'échantillon (*b*).

J'en ai tiré les conclusions suivantes: ce qu'on appelle la prise apparente est dû au gypse, qui fait en partie prise séparément, tandis que le ciment lui-même continue sa prise normale. Si le gypse est très finement moulu, et que son mélange avec le ciment soit très intime, il formera, aussitôt après le

gâchage, une légère structure à l'intérieur de la masse. L'image la plus précise que je puisse donner de cette structure est celle d'une éponge imbibée d'eau, l'éponge représentant l'ossature de gypse, et l'eau le ciment. Quand le gypse déshydraté ne forme pas un mélange intime avec le ciment, ou si son broyage est grossier, les particules de gypse ne peuvent avoir d'action sur la prise, elles ne peuvent former cette ossature, ou bien cette ossature n'a pas la cohésion suffisante pour supporter l'aiguille qui sert à déterminer la durée de la prise.

Pour faire ces expériences, il faut donc se placer dans des conditions aussi conformes que possible à celles d'un atelier de broyage, en ce qui concerne la durée, la température et le malaxage mécanique, sinon il est vraisemblable que les résultats seraient entachés de graves erreurs.

Il semblerait aussi que les ciments sujets à cette prise apparente tiennent en solution des traces de SO^1, mais en quantité néanmoins suffisante pour retarder la prise du ciment proprement dit. Une série d'épreuves de résistance à la traction pratiquée sur un ciment de cette nature a montré qu'il n'y avait aucune différence entre un ciment gâché rapidement et abandonné au durcissement et un ciment remalaxé après avoir laissé la prise apparente se propager. On a également trouvé qu'un mortier de sable et de ciment de dosage 3 : 1, donnait lieu au phénomène de la prise apparente, ce qu'indique que ce mélange peut former une structure en " éponge," les particules de sable jouant le rôle des grands trous d'air de l'éponge qui restent vides, lorsque la tension superficielle est insuffisante pour supporter la quantité d'eau correspondante.

En certains des cas cités par votre correspondant, il se pourrait que l'ossature dûe à la prise apparente, soit démolie par le gâchage. Je pense que c'est souvent ce qui arrive, et ma pratique habituelle est d'enlever une petite partie de la pâte pendant le gâchage, et de la mettre de côté pour observation tandis que je poursuis le gâchage de la partie principale.

Ce sujet est de quelque importance, car je connais des cas dans lesquels un ciment présentant cette prise apparente a été refusé, bien que sa qualité ait été excellente, et que son emploi n'aurait apporté aucun trouble dans la construction.

Comme conclusion, je vous adresse des voeux pour que votre journal international remporte un grand succès, et, d'après ce que j'ai observé dans les divers pays, je puis vous assurer que votre journal y est apprécié à sa juste valeur.

Le ciment importé en Grande Bretagne.

A PARTIR du 17 mars 1930, tout le ciment Portland importé en Grande Bretagne doit comporter la marque du pays d'origine. L'Ordre légal du Board of Trade relatif aux importations de ciment spécifie :

" Il ne sera permis de vendre ou d'exposer pour la cente en Grande Bretagne (à partir du 17 mars 1930) aucun ciment Portland importé, s'il ne porte pas d'indication d'origine.

" L'indication d'origine devra être imprimée, gravée, peinte au pochoir ou autrement, ou marquée au fer chaud, sur tous les sacs, barils ou autres récipients dans lesquels le ciment est vendu, ou exposé pour la vente.

" Les marchandises auxquelles cette partie de l'ordre s'applique devront porter l'indication de l'origine prévue pour la vente, seulement si la personne exposant ces marchandises n'est pas un commerçant en gros.

" Cet ordre n'impose pas aux marchandises auxquelles la disposition s'applique, de porter une indication d'origine au moment de l'importation."

Nouvelle machine d'ensachage.

IL suffit de s'occuper de broyage pour savoir qu'à l'état moulu, les matières telles que le ciment, le charbon, le gypse, etc., une fois introduites dans un récipient, occupent au début un volume plus grand qu'après un certain temps de conservation. Ce phénomène est dû à l'air entraîné par le corps pulvérulent, dont la présence crée des vides entre les particules. Pendant la durée de la conservation dans le récipient, cet air s'échappe lentement, la matière pulvérulente s'affaisse et occupe un volume moindre. Une machine qui vient d'être mise sur le marché par la Andreas Maschinen-Gesellschaft, est basée sur ce fait; selon les constructeurs, ce serait la première machine à peser avec précision et à ensacher automatiquement qui secoue les sacs au moment même du remplissage, ce qui permet l'emploi de sacs plus courts.

Le secouage réduit le volume du ciment, et la longueur du sac peut, par suite, être diminuée de 5 à 10 cm, proportionnellement à l'augmentation de la densité du ciment. L'objection éventuelle que les sacs auraient une plus grande tendance à crever est, paraît-il, contredite par l'expérience, et l'économie résultant de l'emploi de sacs plus courts peut se monter à 10.000 francs par mois, même dans une cimenterie d'importance moyenne. La longueur du sac peut être réduite d'une quantité qui dépend de la densité du ciment ensaché, et peut être déterminée de la meilleure façon par des essais après l'installation de la machine; cette détermination se fait en réservant une certaine marge, pour qu'il reste place pour une petite quantité d'air dans le sac ayant subi les secousses. Les renseignements que nous avons recueillis nous permettent de dire qu'en Europe un certain nombre d'usines ont utilisé les sacs courts, du type Andreas, secoués pendant leur remplissage, et que ces sacs ont effectué de longs voyages en mer sans subir aucun dommage

Le fonctionnement de la machine d'ensachage à valve Andreas s'explique comme suit par sa description. Le ciment, ou tout autre corps moulu, est acheminé du silo sur un blutoir rotatif à tissu en fort fil d'acier. Le ciment est réparti sur le tissu par une vis tournant dans une enveloppe perforée, ce qui réduit l'usure du blutoir, facilite et accélère le blutage. Ce blutage a pour objet de séparer du ciment les corps étrangers, pour les empêcher d'arriver à la machine. Sous le blutoir se trouve une vis distributrice largement calculée pour alimenter la balance placée au-dessous. La balance utilisée est une machine de précision qui opère d'après le poids et non d'après le volume. Les dimensions de la caisse sont suffisantes, quelle que soit la densité du ciment manipulé.

Le contenu normal d'un sac de ciment est de 50 kg, et le contrepoids, normalement employé dans la machine, est prévu pour cette quantité. Il peut toutefois arriver une demande de sacs contenant une quantité de ciment plus forte ou plus faible, et la disposition de la machine est telle que le changement de contrepoids se fasse aisément et avec rapidité. La balance est enfermée dans un coffre étanche à la poussière, et elle fonctionne très aisément. De même que pour toutes les balances de précision, le chargement se fait au début par un dispositif d'alimentation principal, et se continue par un dispositif complémentaire qui fait l'appoint.

Le déchargement de la machine se fait par le clapet du bas, sur lequel l'opérateur ne peut agir tant que la charge n'est pas rigoureusement pesée. Le nombre de pesées s'enregistre automatiquement. Les sacs une fois pleins se déplacent automatiquement, ce qui facilite grandement la tâche de l'ouvrier.

La construction des clapets d'entrée et de sortie de la balance est telle

qu'après leur fermeture, ils sont absolument étanches. Après pesée, la charge de ciment tombe à la sortie de la machine dans une trémie ou entonnoir placée en dessous, à l'extrémité inférieure de laquelle se trouve une turbine boulonnée à demeure. L'expérience montre que quand le ciment tombe dans l'entonnoir, il pourrait se tasser dans le sac par sa seule force vive; cette tendance est néanmoins renforcée par l'action de la turbine.

Comme la turbine de la machine Andreas ne tourne que pendant la durée effective de l'ensachage, et que la force vive du ciment, à son entrée dans la turbine, est déjà appréciable, on peut prévoir que l'usure et la consommation d'énergie ne peuvent être que faibles. La buse d'ensachage est solidement boulonnée à la turbine, ce qui évite toute déperdition de poussière par le joint. En raison de la séparation des opérations de pesée et d'ensachage, grâce à la trémie disposée sous la machine à peser, on peut secouer les sacs sans troubler le fonctionnement de la machine à peser.

Les buses d'ensachage pour sacs spéciaux s'adaptant au clapet se déboulonnent aisément et avec facilité, et peuvent être remplacées par des ajutages permettant d'ensacher des sacs ordinaires. Tous types de sacs peuvent par suite être utilisés, qu'ils soient en papier ou en jute, ordinaires ou s'adaptant aux clapets. La plateforme sur laquelle on dispose les sacs pendant l'opération de remplissage, peut être réglée en hauteur pour les sacs de toute longueur et de tout modèle.

Il arrive que les sacs disponibles soient déchirés, leur réparation n'ayant pas été effectuée par oubli. Le cas a été prévu, et la machine est pourvue d'un dispositif simple que l'on met en action à volonté, pour prévenir toute perte appréciable par les trous de tels sacs. La minime quantité de poussière qui se produit est reprise sans délai par aspiration, et cette solution est rendue possible par la pression relativement basse à laquelle travaille la turbine. L'agencement du mécanisme à secousses permet de le débrayer facilement quand on procède au remplissage de sacs plus longs, qu'il n'est pas nécessaire de secouer.

La machine quadruple est manœuvrée par un seul opérateur, qui reste assis devant la machine. Les seules manœuvres qu'il ait à effectuer consistent à attacher les sacs aux buses, à actionner, d'une seule main, un levier pour mettre la machine à peser en position de déchargement au-dessus du sac à remplir. Au même instant, un sac plein se détache automatiquement d'une autre buse. La fig. 1 (page 578) montre la nouvelle machine d'ensachage.

Le seul objet du levier est de provoquer la décharge de la balance dont la trémie est alors pleine, ce qui ne demande qu'une très faible force. Le dispositif est en outre tel que l'opérateur ne peut vider la balance avant qu'elle ne contienne sa charge exacte de 50 kg, ou tel autre poids pour lequel la machine a été réglée. On a ainsi l'assurance que, si l'opérateur a bien adopté la cadence de la machine, aucun sac insuffisamment rempli ne sera mis en circulation. La machine à peser travaille avec une telle rapidité qu'un homme exercé peut aisément remplir 900 sacs à l'heure. La commande de cette machine ne nécessite pas à la fois l'intervention de la main et du pied.

L'énergie absorbée par la machine complète, qui s'exerce sur le blutoir, le distributeur, les quatre turbines et les quatre appareils à secousses, est de 7 ch, de sorte que l'usure du mécanisme est relativement faible. Tous les organes de transmission font partie intégrante de la machine, et les frais d'installation en sont par suite très faibles.

L'équipement est garanti pour débiter 600 sacs à l'heure, mais un bon ouvrier arrive à manipuler 900 sacs à l'heure. Le poids des sacs est garanti

à 200 gr près, mais en réalité, paraît-il, l'exactitude obtenue est beaucoup plus grande.

Le travail précis de la Machine Andreas provient des caractéristiques suivantes: (1) Séparation des opérations de pesée et d'ensachage; (2) emploi d'une balance de précision; (3) large alimentation en ciment de la balance; (4) haute précision et construction générale de la machine.

L'excédent, dû à la surabondance de l'arrivée de ciment à la machine, peut être acheminé sur l'élevateur de la ligne de transport principale aboutissant au silo alimenteur, ou, si cela convient mieux, sur le silo d'emmagasinage. Par cette dernière combinaison, on évite de dépasser éventuellement la capacité du silo alimenteur.

Il serait préférable dans tous les cas de brancher la machine sur un équipement d'aspiration de poussière, quoique la poussière dégagée pendant son fonctionnement soit si faible, paraît-il, que l'opérateur n'éprouve pratiquement aucun inconvénient, si cette précaution est négligée. La poussière aspirée peut être refoulée sur le silo ou sur un filtre à poussières.

Les sacs une fois remplis, un dispositif automatique les enlève d'habitude de la machine, et les fait basculer sur un convoyeur. Ce dernier aboutira de préférence au quai d'embarquement, qui sera placé aussi près que possible de la machine d'ensachage, pour éviter la nécessité d'installer une courroie transporteuse de grande longueur. Il est avantageux d'avoir un convoyeur à courroie réversible, ce qui en certaines circonstances, accélère la rapidité de chargement.

Il est possible, bien entendu, d'opérer sans convoyeur, et dans ce cas, le mieux est d'installer la machine tout près du quai d'embarquement. Il faut deux hommes pour enlever de la machine les sacs pleins, tandis qu'un troisième manœuvre un cabrouet entre la machine d'ensachage et la banquette de chargement. La fig. 2 (page 579) montre deux machines d'ensachage installées dans une usine à ciment. La machine est de construction robuste, ce qui est essentiel pour un appareil de cimenterie. Des brevets ont été pris dans tous les pays pour protéger le mécanisme à secouer les sacs.

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Tarif des Abonnements.

À cause de l'accroissement considérable du prix de revient de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" sous sa nouvelle forme, il est devenu nécessaire d'élever le prix du numéro à 2 schellings. Le prix de l'abonnement annuel (y compris les frais de port pour tous pays) est de 24 schellings (Frs. 150). Les abonnés actuels, portés sur nos listes et dont l'abonnement est payé d'avance continueront à recevoir la publication aux anciennes conditions, jusqu'à expiration de leur abonnement.

Les abonnements annuels doivent être adressés à "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, London, S.W.1, Angleterre, et les publications seront adressées par la poste, régulièrement chaque mois, pour la durée de l'abonnement.

Flow of Materials

A BOOK FOR CEMENT WORKS ENGINEERS

THE cement-works official who desires to apply scientific control to rotary kilns must be able to measure air-flows, calculate heat quantities, and work out heat-balance sheets; for this purpose he must have at his elbow books of tables connected with these three sciences. In his new volume, "A TREATISE ON CHEMICAL ENGINEERING," *Dr. Geoffrey Martin* (late Director of the Portland Cement Research Association) has the needs of the cement industry prominently in his mind. This book starts from first principles and gives explanations which should be comprehensible by all who are inspired by the ideal of scientific control, no matter what may be their stage of education.

The book deals with the flow of air, gases, liquids, and with the flow of powders under the influence of pneumatic transport. These subjects are closely connected with cement manufacturing processes where the flow of air for rotary-kiln combustion, the flow of slurry through pipes, and the propulsion of powdered-coal into the kiln or ground cement into bins by pneumatic transport are matters upon which success or failure depend. Methods are described of calculating the air-supply of rotary kilns and the dimensions of the air-ducts and pressures required in connection therewith. Tables are given relating water-gauge measurements with air quantities at various temperatures, and also ready-reckoning tables connecting diameters and areas of pipes and ducts. Other chapters give the principles of the Pitot tube and its practical application to measurement of air and gas quantities, including the various types of manometers that can be used. It is shown how the formula for calculation is evolved, and examples of the application of the formulæ are given, many of them being solutions of rotary-kiln problems such as the calculation of the velocity of hot air entering a rotary kiln when the dynamic pressure (W.G.) and temperature are measured.

The effect of viscosity on fluid flow is discussed, formulæ are worked out, tables of viscosities of gases and liquids are given, and viscometers are described. The reader is enabled to calculate the fan power required for the induced draught of a rotary kiln, the power required by an air-compressor for a certain duty, the power required for pumps to transport slurry a given distance through a pipe-line, and many of the other problems which confront a cement works engineer. There are 50 pages of tables giving volumes and weights of the gases at temperatures coming within the purview of the rotary-kiln controller.

Price by post (anywhere in the world) 64/- from—

Concrete Publications, Limited

20, Dartmouth Street :: London, S.W.1

CEMENT
AND
CEMENT MANUFACTURE
DIE INTERNATIONALE ZEMENTZEITSCHRIFT IN VIER SPRACHEN.

DEUTSCHER TEIL

Ein Gegenstand der Forschung.

Diejenigen, welche in enger Fuhlung mit der Prüfung und Verwendung von Zement sind, sind sich daruber klar, dass Eigenschaften vorhanden sind, die in den Normenvorschriften keine Berücksichtigung finden, wodurch die Tendenz, Sonderarten von Zement populär zu machen, gefordert wird. Ausser den Festigkeits-, Raumbestandigkeits- und Abbindeeigenschaften sind noch weitere vorhanden, selbst die Geschwindigkeit des Erhärtens wird nicht zufriedenstellend in Festigkeitswerten nach 24 Stunden oder 48 Stunden ausgedrückt. Es ist einleuchtend, dass diese besonderen, zur Beliebtheit fuhrenden Eigenschaften schwierig bestimmbar sind, da sie andernfalls in den Normenvorschriften Berucksichtigung gefunden haben wurden; es handelt sich vielmehr um Charakteristika, welche von verschiedenen Verbrauchern in verschiedener Weise verlangt werden, Es ist z.B. bekannt, dass einige Zemente weniger durch verunreinigte Sande als andere beeinflusst werden; zwei Zemente können ähnliche Abbindezeit und Festigkeit im fruhen Alter besitzen, und wahrend der eine gut abbindet und erhartet, wenn er mit lehmigen Zuschlagstoffen gemischt wird, benötigt der andere mehrere Tage zur Erhärtung. Je nach der Auffassung, auf die man hinsichtlich des Mechanismuses des Abbindens und Erhartens von Zement eingestellt ist, ist es entweder die Kristallbildung oder die Austrocknung des Gels, die in dem einen Falle durch die Anwesenheit des Lehms in dem Zuschlagstaffe verhindert wird.

Es gibt keine Erklärung für die Ursache dieses Unterchiedes, der zwischen zwei Zementen besteht; es ist indessen augenscheinlich, dass der Zusatz von Chlorkalzium zu Beton ein Mittel ist, um den Nachteil der trägen Erhärtung mit lehmhaltigen Zuschlagstoffen zu beheben. Es ist unklar ob dieses Hilfsmittel seine Wirksamkeit von einer Aenderung des Lehms im Zuschlagstoff, wie durch Zerstörung der Kolloidbildung, herleitet, oder ob diese auf dem Einfluss des Chlorkalziums auf den Zement beruht. In einer kurzlich erschienenen Veröffentlichung* der Building Research, England jedoch wird aus einer Bearbeitung der, mit der Wirkung von Chlorkalzium auf Beton handelnden Literatur nachgewiesen, dass die Einwirkungen auf die Abbindezeit und die Festigkeit mit verschiedenen Zementmarken schwanken, wenn reiner Zement und mit Normalsand gemischter Zement geprüft wurden. Hieraus

* Sonderbericht No. 14 der Building Research, Verlegt durch H.M. Stationery Office, London, Preis: 9d.

dürfte hervorgehen, dass das verschiedene Verhalten in den Zementen begründet ist.

Ein weiterer Unterschied, der nicht aus den Normenvorschriften hervorgeht, ergibt sich aus Drehofen-und Kammerofenzementen. Diejenigen, welche im Anfang des Jahrhunderts mit dem Absatz von Zement zu tun hatten, werden sich erinnern, dass sich Schwierigkeiten durch den Ersatz des Kammerofenzements durch Drehofenzemente ergaben. Es war leicht nachzuweisen, dass die Drehofenzemente hinsichtlich Festigkeit, Raumbeständigkeit und Reinheit überlegen waren; diese Eigenschaften wurden jedoch, nach gewissen Handwerkertypen zu urteilen, nicht, aufgewogen gegen gewisse Eingenschaften des Kammerofenzements, die durch Prüfmethoden unbestimmbar waren. Es gibt noch bis heute viele Betontussbodenleger und Stuckateure, welche versichern, dass die Zemente vor zwanzig oder dreissig Jahren für ihre Zwecke den hochwertigen von heute überlegen waren. Dieses höher Einschatzen kann in Verbindung mit der Mahlfeinheit stehen; doch ist es wahrscheinlich, dass es auf dem Mass des Steifwerdens von Zementmörtel beruht, welches es ermöglicht, das Nacharbeiten und Glatten des Bodens oder Putzes innerhalb eines Arbeitstages und in zufriedenstellender Weise auszufuhren. Diese Unterschiede bestehen zweitellos, aber ihre Ursachen sind dunkel und als Gegenstand der Forschung vorgeschen.

Die bereits erwahnte Veröffentlichung der Building Research Station ist hauptsachlich eine Zusammenstellung der Literatur uber die Verwendung von Chlorkalzium und Natriumchlorid als Frostschutzmittel fur Mörtel oder Beton. Wie man nach dem Résumé der Weltliteratur erwarten kann, besteht keine einheitliche Auffassung. Die Informationen uber die Wirkung von Chlorkalzium-Zusatzen auf die Festigkeit von Mörtel und Beton sind jedoch sehr interessant wegen der Anstrengungen, die in den Vereinigten Staaten gemacht worden sind, Betonfabrikanten zu uberreden, dass ein schnellerhärtender Beton hierdurch statt durch die konservative, in Europa übliche Methode der Verwendung eines hochwertigen Portlandzements erhalten werden kann. Die neuerlich in den Vereinigten Staaten von Amerika geübte Tendenz scheint sich indessen in Richtung der hochwertigen Zement zu entwickeln, womit sie sich der, in der ganzen Welt geübten Praxis der Zementfabrikanten anschliesst, die keine anderen Zusätze zu Beton als Zement und Zuschlagstoffe empfehlen wollen.

Die Broschüre ist mit der Absicht herausgegeben worden, die Literatur des durch den Titel gekennzeichneten Gegenstandes zusammenzustellen und, um fur Anfragen Antworten vorzusehen. Das Ergebnis der Untersuchungen der gut bekannten Forscher wie Abrams, Graf und Platzmann kann nicht als Empfehlung, Chlorkalzium als Betonverbesserer zu verwenden, angesehen werden, da verschiedene Unsicherheiten in Rechnung zu stellen sind, unter denen das Risiko von Verunreinigungen durch Chlorkalk im Chlorkalzium, die Tendenz die Bewehrungseisen zu korrodieren, wenn der Beton nicht sehr dicht ist, und das verschiedene Verhalten von verschiedenen Zementmarken sich befinden. Obwohl Chlorkalzium offensichtlich in vielen Fällen die Festigkeit von Beton steigert, ist dennoch die Ungewissheit seines Einflusses so gross, dass, wenn das Risiko eines Fehlschlages vermieden werden soll, eine vollkommene Versuchsserie mit den zu verwendenden Materialien unter den auf der Baustelle herrschenden Bedingungen notwendig ist, ehe die sicheren Verhältnisse des Chlorkalzium-Zusatzes ermittelt werden können. Seiner hygroskopischen Natur wird ein mit Chlorkalzium-Zusatz verbundener Vorteil zugeschrieben; diese veranlasst dass der Beton die Feuchtigkeit zurückhält und so Schwindrisse, welche die Festigkeit reduzieren, vermieden werden. Dieser Vorteil von Chlorkalzium dürfte im allgemeinen billiger erreichbar sein durch Lagern in feuchter Luft. Die Broschüre befasst sich auch mit dem Einfluss des Zusatzes von gewöhnlichem Salz (Natriumchlorid) zu Beton, und es wird gefolgert, dass dieser ein unerwünschter Zusatz ist.

Das neueste Zementwerk in den Vereinigten Staaten.

Das neueste Zementwerk, welches in den Vereinigten Staaten vollendet wurde, ist das der Republic Portland Cement Company in San Antonio (Texas). Dieses Werk wurde im Herbst 1928 begonnen und vollendet sowie in Betrieb genommen im August 1929. Es ist ein gutes Beispiel der heutigen Arbeitsweise in der Errichtung und Ausrustung von Zementfabriken in den Vereinigten Staaten. Die Zementingenieur-Firma Richard K. Meade & Company, Baltimore, Ma. entwarfen und uberwachten den Bau der Anlage. Die Firma Terrell Bartlett Engineers, Inc., San Antonio (Texas) waren die Platzingenieure; die Anlage wurde gebaut von der Firma Smith Bros. Inc., Crockett (Texas).

Die Anlage war bestimmt 3500 Fass Zement pro Tag herzustellen,—das amerikanische Fass wiegt 374 Pfund oder 170 kg; sie hat tatsächlich 4000 Fass pro Tag produziert. Sie liegt ungefahr 12.87 km nordostlich von San Antonio und wird von den Missouri-, Kansas-und Texas-Eisenbahnen sowie von der International und Great Northern Abteilung des Missouri-Pacific Eisenbahnnetz bedient. Die Anlage ist auch durch eine Betonstrasse mit den San Antonio-und Austin-Chausseen verbunden so, dass der Zement mit Strassenfahrzeugen geliefert werden kann. Kraftstrom wird von der San Antonio Public Service Co. bezogen und Naturgas zum Brennen von der Southern Gas Co. Gips wird von der United States Gypsum Co. gekauft und von deren, 322 km entfernten Brüchen bei Fallurias (Texas) herangeschafft. Wasser wird aus Tiefbohrungen auf dem Grundstück des Werks bezogen. Abb. 1 (siehe Seite 541) ist eine Ansicht der Anlage von Westen und Abb. 2 (siehe Seite 543) ein Grundriss, welcher die Lage der verschiedenen Gebaude, des Steinbruchs usw. zeigt. Die Konstruktion der Gebaude ist dauerhaft und massiv. Eisenbeton ist nicht nur fur die Gebaude verwendet sondern auch fur die Mühlenbehälter und Kranlaufbahnen, und besondere Aufmerksamkeit ist auf das architektonisch wohlgefallige Aussehen verwandt. Die samtlichen Gebaude bestehen mit Ausnahme des Ofenhauses aus Eisenbeton mit Zementziegelfullung und einem Ueberzug von gelbbraunem Putz. Das Ofenhaus ist aus Stahl mit grösstenteils offenen Seiten. Die Dacher bestehen aus ausgerippten Asbestplatten.

Rohmaterial und Steinbruch.

Das Grundstuck umfasst ungefähr 195.25 Hektar. Das Rohmaterial besteht aus einem tonerdehaltigen Kalk, welcher im Charakter von weicherdig bis hart wechselt. Es werden gelegentliche Einsprengungen oder Krusten von hartem Kalkstein gefunden, doch im allgemeinen ist das Material weich und kann daher, relativ gesprochen, leicht gemahlen werden. Die Ueberlagerung uber dem Kalk ist gering und zwar durchschnittlich 60 oder 90 cm auf dem grösseren Teil des Geländes stark. Geologisch gehört das Material zu dem Austinschen Kalk, welcher eines der niederen Glieder der Golfserie der oberen Kreide-Periode ist. Aehnliches Material wird von der San Antonio Portland Cement Co., welche auch eine Fabrik in San Antonio besitzt, gebraucht. Die chemische Zusammensetzung des Rohmaterials ist wie folgt:

	Kalkstein %	Tonerdehaltiger Kalkstein %	Kalkhaltiger Ton %
Kieselsäure	8.25	15.96	34.20
Tonerde	3.06	4.67	9.48
Eisenoxyd	1.76	2.13	3.25
Calciumcarbonat	84.88	75.07	50.15
Magnesiumcarbonat	1.28	1.78	1.15

Das Material liegt nicht in genau abgegrenzten Ablagerungen, sondern differiert von der Grenze eines ziemlich reinen Kalksteins bis zum kalkhaltigen Ton hin, wie oben gezeigt wurde. Teils ist das Gelände mit stark kalkhaltigem Material unterlagert, teils mit schwach kalkhaltigem Material und teils mit Kreide; die Zusammensetzung der Kreide ist nahezu richtig zum Brennen, und augenblicklich werden die Abbauarbeiten fast ganz auf diese Zone begrenzt. Es wird so gegraben, dass ein Material erlangt wird, das durch besondere Mischung des Schlamms zum Brennen geeignet ist.

Der Bruch liegt zur Zeit auf der Nordwest-Seite der Anlage und besteht aus einem schmalen Schnitt längs einer Schlucht, in deren Grund einst ein Fluss floss. Letzterer ist abgeleitet, und der Bruch ist drainiert worden. Die derzeitige Grösse des Bruchs beträgt ca. 6 m zu 150 m. An einem Ende ist die Kreide besonders stark kalkhaltig, während sie am anderen Ende tonhaltig auftritt; durch Arbeiten zwischen beiden Enden wird eine zufriedenstellende Mischung erzielt. Der Abbau ist östlich gegen Bodenerhebungen ausgedehnt so, dass er ausserst eine Höhe vom 12 oder 15 m erreicht. Man beabsichtigt, den Abbau nur auf dieser Höhe zu halten, um den Bruch selbstdrainierend zu machen. Praktisch gibt es augenblicklich keinen Abfall, und das Gestein ist so genügend hoch im Kalkgehalt, dass die Oberschicht als Teil der Mischung mit abgetragen werden kann. Man hält den Kreidevorrat fur praktisch unerschöpflich; durch Bohrungen ist für mindestens 100 Jahre ausreichendes Material festgestellt worden.

Das Gestein erfordert wenig Bohrungen und Sprengungen. Was an Bohrungen erforderlich ist, wird durch einen Keystone „Joplin Special"-Brunnenbohrer ausgeführt, welcher mit einem Gasmotor und Raupenrädern versehen ist. Gleichfalls ist noch ein Ingersoll-Rand Wagen-Bohrer da, welchen man fur dieses Material als sehr zufriedenstellend feststellte.

Die Kreide wird durch eine elektrische Marion Schaufel aufgeladen, die mit Raupenrädern, einem 1.5 cbm starken Greifer und Ward-Leonard-Steuerung versehen ist. Diese Schaufel wird mit Wechselstrom betrieben. Die elektrische Krafteinheit besteht aus einem 85 PS starken Kurzschlussmotor, der direkt mit drei D.C. Generatoren von 50, 15 und bezw. 15 Kilowatt gekuppelt ist. Diese drei Stromerzeuger arbeiten mit 60 PS Motor zum Hochwinden, mit 23 PS Motor zum Drehen und mit 23 PS Motor zum Fahren. Die Schaufel ist ebenfalls mit einem 5½ Kilowatt-Generator versehen. Die Kreide wird in 8 t Wagen, die seitlich kippbar und von der Easton Car Company hergestellt sind, geladen. Diese werden die kurze Entfernung bis zum Werk durch eine 10 t-Plymouth Benzinlokomotive, die bei der gegenwärtigen Steigung von 0.8 Prozent sechs Wagen bewegen kann, gezogen.

Abb. 3 (siehe Seite 544) zeigt die Schaufel, Lokomotive und die Wagen und gibt eine Vorstellung von dem derzeitigen Steinbruch. Der Keystone und Ingersoll-Rand Wagen-Bohrer kann im Hintergrund erblickt werden. Die auf der Abbildung gezeigte kleine Schaufel gehört nicht zu der etatmässigen Ausrüstung der Fabrik, sondern sie wurde nur bei Eröffnung des Bruches benutzt.

Zerkleinerungs-Anlage.

Abb. 1 (siehe Seite 541) ist eine Ansicht der Fabrik von Westen; im Vordergrunde befindet sich die Zerkleinerungsanlage. Abb. 2 (siehe Seite [illegible]) ist ein Grundriss. Der Zug mit den sechs Wagen wird so durch das Brechergebäude gezogen, dass sich der letzte Wagen oberhalb der Trichter befindet; die Wagen befinden sich dann mittels eines automatischen Rangierspills in der Mitte der Fahrbahn. Dieser besteht aus einer Kette, an

der sich zwei Haken befinden, die in einer Gleitschiene, welche an der Querverbindung befestigt ist, arbeiten. Wenn die Kette arbeitet, bewegt sich der obere Strang in Richtung auf den Brecher. Die Haken greifen eine Triebstange am Boden der Wagen und der letztere wird, wenn die Kette zum Stillstand gelangt, dem Brechertrichter gegenüber geschoben. Die Wagen werden ausgekippt durch eine oberhalb angeordnete Shepherd Winde und durch einen Gelenkhebel und Haken, der an der Rückseite des Wagens (Abb. 4, siehe Seite 544) eine Schiene fasst. Wenn die Wagen geleert sind, werden sie durch die Kette nach der Höhe einer geneigten Fläche gezogen, wo sie losgelassen werden und durch eigene Schwere zu einer Sammelweiche gelangen. Der Kalk wird aus den Wagen in einen Trichter gekippt, der mit einem 1.08 m grossen Stephens-Adamson Becheraufgeber versehen ist. Dieser speist den Brecher automatisch.

Das Material wird in einem Arbeitsgange fertig, um den Mühlen zugeführt zu werden, durch einen Dixie „ Mogul "-Hammerbrecher, der mit beweglichen Brechplatten ausgerüstet ist, gebrochen. Diese verhindern das Zusammenbacken des Materials im Brecher, wenn es feucht ist. Dieser Brecher wurde wegen seiner beweglichen Platte gewählt, die etwa einem Becherforderer gleicht. Die Plattenstücke sind aus sehr schwerem Manganstahl und die Platte wird langsam aufwärts, unabhängig von der Hammerachse, durch einen kleinen 5 PS starken Motor bewegt. Der Brecher wird durch einen 250 PS starken Motor, die Wagenwinde durch einen 17 PS starken Motor und die Brecheraufgabe durch einen 15 PS starken Motor von verstellbarer Geschwindigkeit mit Jones-Reduktionsgetriebe in Gang gesetzt. Der Wagenkipper, das Rangierspill, die Brecherplatten, die Brecheraufgabe und die Brecher werden von der in Abb. 4 (siehe Seite 544) gezeigten Stelle gesteuert. Die Zufuhr zum Brecher wird durch einen Strommesser am Brechermotor reguliert, der Ueberlastung anzeigt und und auch anzeigt, wenn die Brecheraufgabe angehalten oder in ihrer Geschwindigkeit reduziert werden muss. Die Wagen können auch allmählich ausgekippt und in einer in Abb. 4 (siehe Seite 544) gezeigten Stellung gehalten werden. Ein Arbeiter kann die gesamte Maschinerie im Brechergebäude bedienen. Dieses System der Zentralsteuerung ist durch die Ingenieurfirma Richard K. Meade & Co. ausgearbeitet worden. Es ist ein 10 t von Hand getriebener Gehäusekran, der das ganze Gebäude erfasst, für Reparaturen am Brecher vorhanden. Die Laufbahn des Kranes kann man an der linken Wand des Gebäudes sehen; im Erdgeschoss des Brechergebäudes befindet sich eine Gruppe von drei 50 Kilowatt-Ampère Transformatoren (2,300/440 Volt).

Lagerung.

Das gebrochene Gestein wird von der Brecheranlage entweder zum Lager oder zum Mühlengebäude durch eine 80 cm breite, zwischen Anfang-und Endrolle etwa 120 m lange Förderrinne geschafft bei einer ca. 22 m betragenden Steigung im Winkel von 16 Grad. Die Förderrinne besitzt eine Leistungsfähigkeit bis zu 250 t in der Stunde und hat Lager vom Dreirollentyp und Alemit-Schmierung. Sie wird getrieben durch einen 40 PS starken Kurzschlussmotor mit Reduktionsgetriebe. Der Förderrinne besitzt eine selbsttätig getriebene Auslösevorrichtung, die entweder Kreide auf das Lager abwerfen kann oder aber diese in irgend einen der Behälter, welche die Rohmühlen speisen, entleeren kann. Das Lager liegt zwischen den Zementmühlen und den Kühlern, wie aus Abb. 1 (siehe Seite 541) und Abb. 2 (siehe Seite 543) hervorgeht. Der Lagerraum ist 21.5 × 73 m gross und 18.75 m

vom Boden bis zur Kranlaufbahn hoch. Diese besteht aus einer Eisenbetonlaufbahn auf der ein Laufkran arbeitet. Der Letztere wurde von Pawling und Harnischfeger angefertigt und hat eine Kapazitat bis zu 7.5 t bei einer Spannweite von 21.5 m; er ist mit einem Williams Maulgreifer von 2.7 cbm ausgerüstet. Abb. 5 (siehe Seite 546) ist eine Nahansicht des Lagers, der Mühlenbehalter und des Krans.

Das Lager ist in zwei Teile geteilt, für Klinker und für Kreide und zwar durch eine Querwand, die man auf der Abbildung sehen kann. Die unter dem Greifer sichtbaren Behälter sind die über den Zementmuhlen befindlichen Das Steuerungshäuschen des Krans befindet sich am linken Ende des Kranbalkens. Das Förderband ist hinter der Kranlaufbahn rechts zu sehen. Der Kran kann das Material direkt vom Lager nach den Behältern schaffen oder Material in jedem Teil des Lagers verteilen. Das Lager fasst etwa den Vorrat an Rohmaterial für 12 Tage und die Produktion an Klinker von einem Monat. Es ist auch ein grosser Betonbehälter fur Gips vorhanden.

Die Verwendung von Eisenbeton fur die Kranlaufbahn ist durch den guten Untergrund, auf dem die Fabrik erbaut ist, moglich geworden. Das Lager besitzt keine Betonseitenwande, doch ist hinter den Pfeilern Erde angeschüttet worden, damit ein böschungsartiger Wall geschaffen wurde.

Mühlen-Gebäude.

Sowohl die Roh-wie die Klinkermuhlen befinden sich in dem gleichen Gebäude, links vom Lager auf Abb 1 (siehe Seite 541). Das Mahlen wird durch vier Allis-Chalmers „Compeb"-Muhlen ausgeführt. Sie besitzen drei Kammern: die erste hat 2.1 m Durchmesser, ist mit Stahlkugeln gefüllt und empfängt das Material so, wie es von dem Dixie-Brecher kommt. Die anderen Kammern haben einen Durchmesser von 2.1 m und sind mit „Concavex" gefüllt, das ein Mahlmittel ist, welches von Allis-Chalmers erfunden ist und aus abgeflachten und ausgehöhlten Kugeln von 3.1 cm Grösse in der zweiten Kammer und von 2.1 cm Grosse in der dritten Kammer besteht. Die Gesamtlänge der Muhle beträgt 12 m. Die erste Kammer hat ein äusseres Sieb, das das gemahlene Material von der ersten Kammer weitergibt. Ein Löffel nimmt das gemahlenen Material auf und führt es der zweiten Kammer zu. Jede Mühle wird von einem 800 PS starken Ueber-Synchronmotor der General Electric Co. bei einer Tourenzahl von 180 in der Minute getrieben. Diese sind direkt mit der Triebwelle der Mühle gekuppelt und magnetische Zahnkupplung ist zwischen Motor und Muhle nicht notwendig (Abb. 6, siehe Seite 546) zeigt die Mühlen und Motore.

Die Mühlen werden durch Telleraufgaben gespeist; jede Rohmühle besitzt zwei Telleraufgaben. Zwei der Behälter, welche die beiden äusseren Telleraufgaben jeder Mühle speisen, sollen die im Kalkgehalt hoch eingestellte Kreide enthalten, wahrend ein dritter Behalter zwischen den beiden letzten das niedrig im Kalkgehalt eingestellte Material enthalten soll, und dieser Behälter speist die beiden inneren Telleraufgaben. Die Dosierung der beiden Materialien wird durch die Telleraufgaben reguliert. In ähnlicher Weise haben die Klinkermühlen drei Behälter, von denene der mittlere zur Speisung von Gips und die beiden äusseren für Klinker verwendet werden. Ebenso wie die Rohmühlen hat jede Zementmühle zwei Telleraufgaben. Die beiden äusseren Telleraufgaben werden für Klinker und die beiden kleineren, inneren für Gips verwendet. Die beiden Rohmühlen-Telleraufgaben werden durch einen 5 PS starken Gleichstrommotor von verstellbarer Geschwindigkeit getrieben. Ein kleiner Generator ist mit jedem dieser Motore verbunden und zeigt am Tafelbrett die Umdrehungen in

der Minute an. Die Klinker und Gipsaufgaben sind mit einander gekuppelt, und jeder Satz von zwei Aufgaben wird durch einen 5 PS starken Motor von verstellbarer Geschwindigkeit getrieben. Die Zufuhr zu den Mühlen kann durch die Geschwindigkeit des Motors geregelt werden, entweder durch Verstellen der Kratzer auf dem Teller oder durch Heben und Senken der Behälterschütten.

Die Mühlen werden durch ein System der Niederschlagung von Staub, das durch die Northern Blower Company montiert wurde, ventiliert. Dieses System sieht vor, dass 100 cbm Luft durch jeden der beiden Exhaustoren, die durch 20 PS starke Kurzschlussmotore getrieben werden, passieren. Der Zweck dieser Anlage ist, teils Staub zu sammeln, doch sorgt es auch fur Ventilation der Mühlen, indem ein grosser Luftstrom durch diese streicht und die Temperatur fur ein wirksames Mahlen niedrig halt.

Schlamm-Abteilung.

Nach dem Mahlen fallt der Schlamm von den Sieben an dem einen Ende der Muhle direkt in einen aufnehmenden Sumpf. Dieser ist mit einem horizontalen Eisenrührer versehen, der durch einen 7½ PS starken Kurzschlussmotor getrieben wird. Der Schlamm wird von dem Sumpf nach den Korrektionstanks durch eine der beiden Batterien von zwei 10 cm starken Wilfley-Sandpumpen, die bei einer Tourenzahl von 1200 in der Minute durch 75 PS starke Motore getrieben werden, gefördert. Diese Sandpumpen werden jetzt in Amerika fast ausschliesslich zur Schlammforderung verwendet. Nach einem Vergleich mit dem Luftfördersystem, das in mehreren Fabriken Amerikas versucht wurde, ziehen die amerikanischen Ingenieure die Sandpumpe als wirksameres System vor, weil es weniger Wartung und Reparaturen als das Luftfördersystem erfordert. Abb. 7 (siehe Seite 518) zeigt den Rohmehlsumpf, die Pumpen und die Motore.

Es sind sechs Korrektionstanks aus Eisenbeton mit einem Durchmesser von 6 m bei einer Höhe von 9 m vorhanden. Jeder Tank ist mit einem Meade-Rührer versehen, der aus einer vertikalen Welle besteht, deren obere 1,8 m hohl sind, und die ein Stufenlager aus Hartgummi besitzt. Jede Welle ist mit fünf wagerechten Armen versehen. Die hohle Welle fordert Luft nach einem Rohrsystem, das sich nach unten ausdehnt und durch die Rührarme getragen wird. Der Inhalt des Tanks wird durch die Drehung der Arme und auch durch die Luftblasen, die vom Ende der Rohren aufsteigen, geruhrt. Eine an einer kurzen Kette, wenige Zoll uber dem Boden hangende Stahlschiene halt den letzteren frei von Material. Abb 8 (siehe Seite 549) zeigt den Antriebsmechanismus der Ruhrer, das Schlammniveau und die Flugel.

Vier Ofenaufgabetanks von 7.2 m Durchmesser und 9 m Höhe sind mit Meade-Rührern ausgestattet. Ein Schlamm richtiger Zusammensetzung wird erhalten, indem zwei und mehr Korrektionstanks in den Ofenzufuhrtanks gemischt werden. Nach Füllung eines Ofenaufgabetanks wird er durchgeblasen, um ihn gut umzurühren. Nach Mischen der Tanks wird die Luftzufuhr gedrosselt, bis nur gelegentlich Blasen durch die Oberfläche aufsteigen.

Die Wilfley-Pumpen können den Schlamm nicht unter einer Druckhöhe von 9 m fördern; es ist daher nötig, den Schlamm von den Tanks in einen Sumpf zu leiten und von diesem nach den Pumpen. Es ist eine Pumpe für die Ofenaufgebetanks vorhanden und eine für die Korrektionstanks; diese Sümpfe sind ebenfall mit Eisenrührern versehen. Zwei 10 cm starke Wilfley-Pumpen werden für den Ofenaufgabesumpf verwendet und zwei 15 cm starke Pumpen für den Sumpf hinter den Korrektionstanks, um den Transport zu beschleunigen. Eine Pumpe arbeitet und eine ist für jeden Sumpf in Reserve gehalten. Die

Schlammniveaus sind so in Verbindung, dass Schlamm von praktisch jedem Tank zu jedem anderen, etwa gewünschten Tank gefördert werden kann. Jeder Schlammspiegel ist mit Merco-Nordstrom-Ventilen versehen. Dieses sind geschmierte geradlinige Ventile und werden in Amerika allgemein für diese Zwecke benutzt.

Oefen und Kühler.

Es sind zwei Oefen vorhanden von 3.35 m im Durchmesser und 76 m Länge mit vier Auflagerungen. Sie besitzen eine berechnete Leistungsfähigkeit von je 1750 Fass, doch wird erwartet, dass sie jeder wenigstens 2000 Fass herstellen. Die Oefen mit den Schlammtanks im Vordergrunde werden in Abb. 9 (siehe Seite 549) gezeigt. Jeder Ofen wird durch ein sogenanntes „Ferris-Rad" gespeist, das aus einer Scheibe besteht, an der gewöhnliche Elevator-Becher befestigt sind, die in einen Schlammkasten tauchen und sich in einen Kanal entleeren, der den Ofen speist. Die Oefen sind in der Sinterzone mit hochtonerdehaltigen Steinen und im übrigen Teil mit Schamotteziegeln ausgekleidet. Die Schornsteinkammern sind aus Eisenbeton mit wärmeisolierenden Ziegeln zwischen dem Beton und der Ziegelauskleidung ausgefüllt. Die Oefen werden mit Naturgas geheizt, das in die Fabrik mit einem Druck von 14 kg von qcm gelangt, der in drei Stadien auf 26 g beim Brennrohr wie folgt reduziert wird; 14 kg auf 3.5 kg, 3.5 kg auf 850 g und 850 g auf 26 g von qcm. Die Reduktoren der beiden ersten Phasen sind mit den Messapparaten in zwei kleinen Gebäuden, 60 m von der einen Seite des Ofenraums entfernt, untergebracht. Der Reduktor des dritten Stadiums befindet sich im Ofenraum selbst. Jeder Ofen ist mit zwei 60 cm starken Kirkwood-Gasbrennern ausgestattet, die an einem beweglichen Gestell hängen und sowohl mit der Gas- wie Luftleitung durch Gelenkrohre verbunden sind. Gewaschenes Leder ist bei dem Luftrohr hierzu verwendet, und 10 cm starker Gesenkschlauch aus Gummi für das Gasrohr. Diese gelenkartige Anordnung gestattet es, die Brennrohre in jedem Winkel nach der Mitte des Ofens zu neigen (Abb. 10, siehe Seite 550). Leeds-und Northrop-Pyrometer und Zugmesser sind in jede Ofenkammer eingebaut. Die Luft für das Brennrohr wird von einem 2.3 m starken Buffalo-Gebläse geliefert.

Die Oefen werden durch 75 PS starke Gleichstrommotore mit verstellbarer Geschwindigkeit und die „Ferris-Rad"-Aufgaben durch 5 PS starke Gleichstrommotore von verstellbarer Geschwindigkeit getrieben. Die Zufuhr und die Ofenmotore sind so gekuppelt, dass die Zufuhr aufhört, wenn der Ofen angehalten wird. Das Buffalo-Gebläse wird durch einen 100 PS starken Kurzschlussmotor von 900 Touren in der Minute getrieben. Daneben ist eine Vorrichtung eingebaut worden, um mit Oel brennen zu können, falls die Gaszufuhr einmal unregelmässig werden sollte. Diese besteht aus Oelbrennrohren, die Meade entwarf und den gewöhnlichen Pumpen, um Oel dem Brennrohr zuzuführen. Die Luft wird mit einem Druck von 140 g von qcm mittels eines direkt gekuppelten Turbo-Kompressormotors der General Electric Co. geliefert. Die Oelbrenner werden durch die Oeffnungen im Ofenkopf, die für das Gas benutzt werden, eingeführt, nachdem die Gasbrenner vorher auseinandergenommen worden sind.

Jeder Ofen hat einen Eisenbetonschornstein von 2.7 m Durchmesser und 60 m Höhe, der die mit dem Ofen durch einen stählernen, mit Ziegeln ausgekleideten Kanal verbunden ist. Die Schornsteine sind mit Schieberklappen zur Zugkontrolle ausgerüstet. Gegenwärtig wird alle Kraft bezogen, doch sind Vorrichtungen getroffen, um Abhitzekessel einzubauen. Wenn diese benötigt werden sollten, so können die gleichen Essen benutzt werden, indem die Stahlkanäle entfernt und andere Verbindungen hergestellt werden.

Jeder Ofen hat eine Kühltrommel von 3 m Durchmesser und 30 m Lange, die durch einen 50 PS starken Motor, der mit 900 Touren in der Minute läuft, getrieben wird Die Kuhler entleeren direkt in eine Klinkergrube im Hauptlager, welche die Klinkerproduktion von 12 Stunden aufzunehmen vermag. Der Klinker wird aus der Grube entweder zu den Muhlenbehaltern oder sonstwo nach dem Lager durch Kran und Greifer geschafft.

Lager-und Packgebauue.

Das Lager besteht aus 14 grossen Silos, zwei kleinen Silos und einem mittelgrossen Behalter Die grossen Behalter haben 7 2 m, die kleinen 4 5 m inneren Durchmesser Der mittlere Behalter misst etwa 4 5 × 40.5 m. Die Kapazitat des Lagers betragt insgesamt 150000 Fass. Die Anordnung der Behalter zeigt Abb 2 (siehe Seite 543) Drei Tunnel laufen durch die Silos und die Behalter haben nach Meade selbsttatig entleerende Boden Schneckentransporteure, je eine in jedem Tunnel, werden benutzt, um den Zement von den Silos nach Elevatoren zu fordern, die ihn nach den Behaltern uber den Packmaschinen schaffen Es sind zwei solcher Elevatoren vorhanden, von denen der eine als Reserve dient Das Packgebaude und die Silos werden in Abb 11 (siehe Seite 551) gezeigt

Das Packgebaude ist mit vier Bates-Packern mit vier Fullochern ausgerustet, und es sind Vorkehrungen getroffen, um sowohl in Lastkraftwagen wie in Eisenbahnwaggons zu verladen Ein Beladungs-Forderband schafft die gefullten Sacke von den Packmaschinen nach den Eisenbahnwaggons Zuruckkommende Sacke werden auf einer besonderen Rampe und einem besonderen Bahngleis empfangen (Abb 2, siehe Seite 543) Sie werden durch einen Plattformelevator,—von der Otis Elevator Company geliefert—, auf den dritten Stock des Packgebaudes gehoben, wo die Bundel geoffnet werden und die Sacke den Reinigungsapparaten zugefuhrt werden Die Sackreinigungsapparate arbeiten kontinuierlich, indem die Sacke an dem einen Ende aufgegeben werden und an dem anderen Ende herausfallen Die Maschine ist ein einfach geneigtes Sieb von schwerem Stoffgewebe, das die Sacke passieren Das Sieb ist mit Kippvorrichtungen versehen, die die Sacke aufnehmen und herauswerfen Ein Luftstrom, der sich in einen Staubsammler ergiesst, entfernt den Staub und schafft saubere Sacke Die Letzteren fallen auf ein langsam sich bewegendes Band und werden von Hand sortiert Ein System von Schneckentransporteuren fordert den Staub von den Reinigungsmaschinen, von den Staubsammlern und den Abfall bei den Packmaschinen usw Das Rad, das die Sacke reinigt, ist von der Monarch Bag Company hergestellt und das System der Staubsammler stammt von der Northern Blower Company

Elektrische Ausrüstung.

Die Kraft wird mit 13200 Volt (Dreiphasenstrom, 60 Stromkreise) erhalten und zunachst aus 2300 Volt durch drei 3750 Kilowatt-Ampère Aussentransformatoren transformiert, mit welcher Spannung sie an die einzelnen Abteilungen der Fabrik verteilt wird Alle grossen, über 100 PS starken Motore haben 2200 Volt; die kleinen 440 Volt Spannung Gruppen von drei Transformatoren an verschiedenen Stellen in dem ganzen Werk reduzieren die Spannung fur die kleinen Motore Alle Motore mit verstellbarer Geschwindigkeit sind Gleichstrommotore Für die Zwecke der Beleuchtung sind drei 37 5 Kilowatt-Transformatoren mit Sammelbatterie und automatischer Umschaltung vorhanden. Zwei Stromerzeugungsapparate sind da zum Zwecke der Lieferung von Gleichstrom für Magnetisierung oder für die Ofenmotore usw. In der Fabrik befinden sich 75-80 Motore von zusammen

6600 PS. Gegenwärtig werden per Fass Zement 18 Kilowattstunden verbraucht.

Die Schaltanlage befindet sich hinter dem Mühlenraum (Abb. 12, siehe Seite 553). Sie ist 14.7 m lang mit Tafeln für die verschiedenen Abteilungen. Die Synchronmotore werden von der Schalttafel aus angelassen. Die Oelschalter, Schaltapparate, Anlasstransformatoren und Transformatoren liegen im Kellergeschoss.

Um Spitzenbelastungen auf ein Minimum zu reduzieren, ist die Schalttafel mit einem Edmoore'schen Bedarfs-Beschranker ausgestattet, und zwar ist dieser so angeordnet, dass bei, bis zu einem gewissen Punkt, steigendem Bedarf zunächst die Kompressoren einzeln entladen werden. Wenn hierdurch die Belastung nicht unter die gewunschte Hohe reduziert wird, werden nacheinander einzeln die der einen und endlich der anderen Rohmuhle entladen.

Praktisch verwenden heute fast alle amerikanischen Fabriken Synchronmotore, um Rohmühlen zu treiben. Der Synchronmotor-Typ der General Electric Company, der hier benutzt wird, hat einen Stator, der beim Anlassen rotiert und wird synchronisiert bei feststehendem Lauf. Der Stator ist mit Bandbremse ausgerustet. Bei Anwendung dieser Bremse auf den Statorrahmen steht die ganze Ausziehdrehkraft zur Verfügung, um Rotor und Mühle auf Touren zu bringen, während der Stator sich bis zur Ruhe verlangsamt. Diese Motoren werden von der Hauptschalttafel angelassen, die sich in dem Mühlenraum gleich hinter den Motoren befindet. Die „Compeb"-Mühlen und Synchronmotore zeigt Abb. 6 (siehe Seite 546). Ein 5 t starker, von Hand bedienter Gehausekran ist über den Motoren, wie Abb. 12 (siehe Seite 553) zeigt, angeordnet.

Die Oefen, Mühlen und die Mahlmaschinerie wurden von der Allis-Chalmers Manufacturing Co., Milwaukee (Wisconsin) und fast alle elektrischen Ausrüstungen von der General Electric Company geliefert.

Die leitenden Beamten der Gesellschaft sind: J. H. Smith (President), Wm. M. Thornton (Vizepresident und Generaldirektor), B. R. Collins (Sekretär), L. O Cox (Verkaufsdirektor), A. F. Sayers (Betriebsdirektor), und G. P. Horn (Chemiker).

ANMERKUNG DER SCHRIFTLEITUNG.

DER Herausgeber der internationalen Zeitschrift „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" fordert die Leser dieser Zeitschrift auf, ihm Artikel zur Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen. Das Manuskript kann in englischer französischer, deutscher oder spanischer Sprache eingereicht werden und wird in die drei anderen Sprachen durch Fachleute übersetzt.

Es werden Abhandlungen erbeten uber alle neuen Gedanken oder Entwicklungen in der Herstellung, Chemie oder Prüfung von Zement oder über verwandte Themata, die für die Zementindustrie von allgemeinem Interesse sind. Beschreibungen und Ansichten neuer, in allen Teilen der Welt errichteter Zementfabriken sind ebenfalls willkommen.

Die Hersteller von Zementmaschinen sind ebenfalls aufgefordert, Mitteilungen und Ansichten zur Verfügung zu stellen, welche sich auf neue von ihnen erbaute Werke und Neueinrichtungen ihrer Fabriken beziehen. Derartige Beiträge sind eingeschrieben zu senden an den Herausgeber von „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," Dartmouth Street 20, Westminster, London, S.W.1 (England).

Abhitzekessel.

von A. C. DAVIS.

(Betriebsdirektor der Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.)

Der Abhitzekessel, wie er in Zementfabriken zur Verwendung gelangt, ist besonders wegen der dort allgemeinen Anwendung des Trockenverfahrens mit seinem grossen Ueberschuss an Wärme in den Ofengasen in den Vereinigten Staaten von Amerika ausgebildet worden. Es bestehen aber auch Anlagen in Werken, die auf dem Kontinent nach dem Trockenverfahren arbeiten.

Die erste, bekannt gewordenen Anlage wurde 1902 auf dem Werk der Cayuga Lake Cement Co. errichtet, jedoch waren diese und verschiedene andere der ersten Anlagen wegen der durch Staub verursachten Schwierigkeiten und wegen des Fehlens von Ventilatoren zur Erzeugung des notwendigen Zugs kein Erfolg. Drei gelungene Anlagen scheinen 1915 bestanden zu haben, und 1921 fing man in den Vereinigten Staaten von Amerika an, Abhitzekessel als einen normalen Bestandteil der Ausrustung von Zementfabriken, die nach dem Trockenverfahren arbeiten, zu betrachten.

Die Abgase eines nach dem Trockenverfahren betriebenen Ofens entweichen selten, wenn überhaupt, mit einer niedrigeren Temperatur als 650° C. und unter solchen Umständen ist die Abwärme,—oder war es jedenfalls bis vor wenigen Jahren—, in vielen Fällen ausreichend, um sämtliche zur Fabrikation benötigte Kraft zu liefern. Dies hangt ab von den Rohmaterialien, sofern sie nicht ungewöhnlich hart sind, und sofern sie nur einen geringen Feuchtigkeitsgehalt besitzen, so, dass die zum Trocknen erforderliche Wärmemenge gering ist. In gewissen Fällen kann diese Trocknung durch die Abgase, nachdem diese die Kessel passiert haben, erfolgen. Unter neuzeitlichen Verhältnissen ist dieses nicht in dem Masse der Fall, erstens wegen der Verwendung langerer Oefen, fur die niedrigerer Kohlenverbrauch resultiert und dann wegen der Entwicklung zur feineren Mahlung, die einen erheblich grosseren Kraftverbrauch erforderlich macht.

Es gibt in den Vereinigten Staaten von Amerika mehrere, verhältnismässig moderne, nach dem Nassverfahren arbeitende Werke, auf denen Abhitzekessel in Verbindung mit leistungsfähigen Turbo-Generatoren und durchgehend elektrischen Antrieben den gesamten erforderlichen Dampf liefern sollen; es ist jedoch äusserst zweifelhaft, ob dieses Ziel ohne Verbrennung von mehr Kohle im Ofen, als zur Klinkerherstellung bei neuzeitlichem Betrieb benötigt wird, erziebar ist.

Alle Anlagen zur Verwertung der Abwarme verlangen besondere Sorgfalt hinsichtlich des Entwurfs und des Betriebes der Fabriken, da die Dampferzeugung völlig von der Arbeit des Ofens abhängig ist. Es ist notwendig die Anlage so anzuordnen, dass ihre Beanspruchung gleichmässig ist und dass Stillegen der Oefen, was natürlich selten vorkommen soll, nicht die Aufrechterhaltung der vollen Leistung in anderen Abteilungen hindert.

Es ist im allgemeinen wünschenswert, einen mit Kohle zu befeuernden Kessel unter Dampf zu halten, um die Beanspruchungen auszugleichen und um während Stillegungen die wesentlichen Betriebsphasen weiter zu betreiben.

Es hat sehr viel Diskussionen über den relativen Wert des Einaggregat-Systems (ein Ofen, ein Kessel) und des einen Verbindungskanal einschliessenden Systems, das als Sammler für sämtliche Gase und als Verteiler auf die Kessel dient, gegeben. Die letztere Ausführung bietet zweifellos eine grössere Beweglichkeit, doch ist der Verlust weiterer Wärme unvermeidlich,

und in vielen Fällen sind die Ausgaben für die Füchse sowie die notwendigen Verbindungsstücke und Rauchklappen offenbar grösser als für die Kessel selbst. Derartige Füchse verlangen sorgfältige Anlage, um einen angemessenen Durchgang für die heissen Gase zu liefern, und um gleichzeitig den Wärmeverlust durch die Wände minimal zu gestalten. In den meisten Fabriken bestehen äussere Stahlgehäuse mit einer Lage isolierender Ziegel zwischen diesen und der feuerfesten Auskleidung.

In einem 1921 besuchten Werk betrug der Temperaturverlust zwischen den Oefen und den Kesseln nur 11° C. Bei dieser Anlage war der allen Oefen gemeinsame, verbindende Kanal besonders gearbeitet und der Wärmeverlust war offenbar bemerkenswert klein,—ein Ergebnis, das nur durch sorgfältigsten Entwurf und Bau erreichbar gewesen war.

Wo das Einheitssystem gewählt ist, ist es wunschenswert, einen Nebenkanal zu besitzen, um den Ofen für den Fall einer Stillegung des Kessels weiter in Betrieb halten zu konnen. Das Versäumnis, einen solchen Nebenkanal anzulegen, hat in einigen Fällen beträchtliche Schwierigkeiten verursacht; wo indessen ein solcher vorgesehen ist, hat das Einheitssystem wegen seiner Einfacheit und folglich niedrigen Anlagekosten wie auch wegen seiner gröseren Leistung infolge des geringeren Wärmeverlustes in den Verbindungskanälen viel für sich, um es zu empfehlen.

Im Anfang des Aufkommens der Abhitzekessel hat offenbar eine Tendenz zum Verbrennen von mehr Kohle in dem Ofen bestanden, um die Dampferzeugung zu steigern. Eine Zeitlang war es auf einigen Werken sogar üblich, die Luftzufuhr zu den Oefen so einzustellen dass die Abgase 5 Prozent Kohlenoxyd enthielten. Bei, nach dem Trockenverfahren arbeitenden Oefen war die Temperatur am rückwärtigen Ende hoch genug, um die Verbrennung von Kohlenoxyd zu bewirken, wenn man weitere Luft zwischen dem Ofen und dem Kessel eintreten liess, wodurch so die Temperatur der Gase an dieser Stelle noch weiter gesteigert wurde. In einigen Fällen war diese Methode wahrscheinlich durch die Tatsache, dass altmodische Kraftanlagen noch verwendet wurden, erforderlich; sie wurde in dem Masse entbehrlich, wie die Kraftanlage durch neuzeitliche Turbinen mit geringerem Dampfverbrauch ersetzt wurde.

Der Verbrauch von mehr Kohle zu dem Zwecke einer grösseren Erzeugung von Dampf ist naturlich im Hinblick auf den nur zum Brennen erforderlichen Kohlenbedarf irreführend, es braucht aber deswegen nicht notwendigerweise daraus zu folgen, dass diese Methode wirklich eine verschwenderische ist. Wenn die dem Ofen zugeführte Kohlenmenge vermindert wird, so müsste der solchermassen verloren gehende Dampf durch getrennt befeuerte Kessel erzeugt werden. Man ist sich jetzt darüber klar, dass im Drehofen die Kohlenverbrennung unter den best möglichen Bedingungen vor sich geht, indem der Brennmeister in die Lage versetzt wird, Kohlenoxyd zu erzeugen durch Verwendung eines minimalen Ueberschusses an Luft. Ein Kessel verhält sich in dieser Beziehung nicht so günstig. Die Kombination von Drehofen und Abhitzekessel kann daher, als ideale Verbrennungsbedingungen vorsehend, angesehen werden, wenn die Kessel sich vollständig getrennt von der Feuerungsanlage befinden und daher einem Minimum an Verschleiss ausgesetzt sind. Jeder Fall muss nach seinen Vorzügen betrachtet werden, und wenn der gesamte Brennstoffverbrauch sowohl zum Brennen wie für Kraftzwecke berücksichtigt wird, so können Fälle vorkommen, wo die Kombination selbst dann reizvoll erscheint, wenn im Ofen mehr Kohle verbrannt wird, als für die eigentliche Klinkererzeugung notwendig ist.

Die Staubfrage macht besondere Ueberlegungen notwendig, es besteht der Brauch, Dampfstrahlrohre anzubringen, um wenigstens einmal täglich den Staub von der Heizfläche zu entfernen. In einigen Fällen waren ursprünglich feste Rohre vorgesehen, doch stiessen sie an bestimmte Stellen an, wodurch lokale Abrasion verursacht wurde. Transportierbare Stangen sind befriedigender und, wenn passende Oeffnungen für ihren Gebrauch vorgesehen sind, und die Stangen geschickt gehandhabt werden, so braucht wegen des Staubs keine Schwierigkeit vorausgesehen zu werden

In England ist der Abhitzekessel wegen vielfacher Gründe nicht in allgemeine Aufnahme gekommen. Der wesentlichste dieser Gründe besteht zweifellos in der fast allgemeinen Anwendung des nassen Fabrikationsverfahrens, das seinerseits durch die weiche und feuchte Natur der allgemein verwendeten Rohmaterialien bestimmt wird. In einigen älteren Werken wurde die Lage der Fabrik die Anwendung des Systems schwer gemacht haben, und die vollen Vorteile konnten, ohne gleichzeitig elektrische Generatoren mit Motorenantrieb aufzustellen, nicht erzielt werden. Solch eine Anlage schliesst seine sehr grosse fühlbare Kapitalsausgabe in sich, ohne dass möglicherweise ein angemessener Nutzen entsteht.

Bei der Temperatur, mit welcher die Gase selbst Oefen, welche nach dem Nassverfahren arbeiten, vor wenigen Jahren noch verlassen durften, waren die Abhitzekessel bei passenden Bedingungen ein sehr reizvoller Vorschlag, doch sind andere Faktoren entstanden. Während beim Trockenverfahren nach der Dissoziation des Kalziumkarbonats von der Wärme der Gase keine andere Verwendung gemacht werden kann, besteht beim Nassverfahren theoretisch nicht eher eine Grenze für die Brennstoffersparnis als bis die Gase auf die Temperatur siedenden Wassers reduziert sind. Die nützliche Anwendung dieser niedriggradigen Wärme bietet Schwierigkeiten, doch sind in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht worden, und es ist in vielen Fällen jetzt möglich die Temperatur der Ofengase zu niedrigen Graden zu mindern, wie dieses wirtschaftlich in einem Abhitzekessel gesichert ist.

Bei der Betrachtung der relativen Kosten und den Vorteilen beider Methoden, die Wärme zu nutzen, ergeben sich viele Faktoren. Die Entscheidung kann jedoch durch, ausserhalb des technischen Gebietes liegende Gründe beeinflusst werden und zwar durch solche betrachtlicher finanzieller Bedeutung, nämlich durch den Bezug der Kraft von ausserhalb. Nur wenige Jahre vorher war es unmöglich, Kraft käuflich zu erwerben, die sich mit den tatsächlichen Kosten der Erzeugung auf den Werken vergleichen liess und zwar selbst bei Fabriken von mittlerer Leistung; mit dem Auftauchen der Kraftzentralen und der Kraftübertragung auf weite Entfernungen ist indessen der Preis für die Kraft, wie sie an die Werke geliefert wird, und die Sicherheit des Bezugs derart, dass die Fabrikanten die grosse Kapitalsausgabe vermeiden können, welche sich mit Kraftanlagen und den Schwierigkeiten, sie zu betreiben, verknüpfen.

Kessel zur Wiedergewinnung von Abhitze können den Typ des Wasserrohrs oder des Gasrohrs besitzen. Der erstere wurde in den Vereinigten Staaten besonders durch die Edge Moor Co. und auch durch die Babcock & Wilcox Gesellschaft ausgebildet. Einen Schnitt durch einen Wasserrohrkessel zeigt Abb. 1 (Seite 555), aus welchem ersehen werden kann, dass die Kesselrohre gedrosselt sind, um den Gasen vier Durchlässe zu ermöglichen womit eine grosse Geschwindigkeit beim Passieren der Rohre gewährleistet wird.

Abb. 2 (Seite 556) gibt eine typische Illustration dieser Art von Kessel beim Nassverfahren; sie betrifft eine bei der Dewey Portland Cement Co. in Davenport (Iowa) belegene Anlage. Zwei Oefen von 3,35 × 53,33 m mit

einer Kapazität von je 250 t täglich wurden 1926 und eine dritter 1929 aufgestellt. Jeder dieser Oefen ist mit einem 900 PS starken Vierdurchlass-Kessel von Edge Moor mit Ekonomisern, Ueberhitzern und Ventilatoren ausgerüstet. Es wird berichtet, dass die Anlage alle für Fabrikationszwecke benötigken Kraftmengen, einschliesslich der elektrischen Dampfschaufeln und der Steinbrecher liefert. Abbildung 2 zeigt die beiden ersten Kessel; die Staubkammern kann man zwischen Ofen und Kessel sehen. In diesem Falle ist der Ekonomiser unter dem vierten Durchlass angeordnet. Auf der rechten Seite kann der für den inzwischen eingebauten dritten Kessel vorgesehene Raum gesehen werden.

Auf den Werken der Marquette Co. in Oglesby befinden sich acht 1,000 PS starke Edge Moor Kessel mit Ekonomisern, Ueberhitzern und Ventilatoren, die Dampf aus den Ofenabgasen erzeugen; die Fabriken erzeugen täglich 1,300 t Zement, und eine weiteres Werk, das zwei 3,35 × 61 m grosse Oefen mit einer Tagesleistung von 800 t besitzt, kommt noch dazu. Die beiden letzten Oefen wurden mit drei 1,500 PS starken Edge Moor Kesseln mit Ekonomisern, von denen je zwei ausreichend sind, um die Abgase voll zu verwerten, ausgerüstet. Die elf Abhitzekessel auf diesen beiden mit einander verbundenen Werken sind die einzige Dampfquelle, wie berichtet wird, für eine Kraftanlage, die alle erforderliche Kraft für die Steinbrüche und anderen Abteilungen wie für die eigentliche Fabrikation liefert. Abb. 3 (Seite 557) zeigt die Anordnung dieser Kessel mit offenen Klappen, zu denen die Rohrklappen Zugang haben und Abb. 4 (Seite 558) zeigt die Ekonomiser und Ventilatoren.

Bei kleinen Anlagen besitzt der Gasrohrkessel einige Vorteile vor dem Wasserrohrkesseltyp, deren hauptsächlichster der wesentlich niedrigere Preis infolge der einfachen Bettung und des Fehlens eines Lufteintritts in die Kesseloberfläche ist. Schwierigkeiten entstehen indessen bei grossen Aggregaten wegen der erforderlichen Mantelstärke. Abb 5 (Seite 559) gibt einen Schnitt eines 1923, auf einem der Werke der Associated Portland Cement Manufacturers Ltd. installierten Gasrohrkessels wieder, der sich in Verbindung mit einem kleinen Ofen von stundlich 3½-4 t Leistung bei Verarbeitung eines 12 Prozent Feuchtigkeit enthaltenden Schlamms befindet. Die Einfachheit der Anordnung ist bemerkenswert; und dieses verhältnismässig kleine Aggregat erwies sich als zufriedenstellend und wirtschaftlich arbeitend. Beim Beginn wurde die Feuchtigkeit aus den Gasen in den Rohren, welche den Staub sammelten und Kuchen bildeten, kondensiert; doch wurde diese Schwierigkeit behoben, indem man das Wasser im Kessel auf eine etwas über dem Siedepunkt liegende Temperatur mittels Dampf von anderen Kesseln brachte, bevor die Abgase die Rohre passierten. Nach dieser Vorsichtsmassnahme wurden keine weiteren Schwierigkeiten mit Staub, der aus den Rohren periodisch durch Dampfstrahlrohre, die von einem Gelenkrohr getragen wurden, entfernt wurden, wie es Abb. 5 (Seite 559) zeigt, durchgemacht.

Eine ausgedehnte Versuchsreihe wurde in dieser Anlage durchgeführt und während eines elf Wochen umfassenden Zeitraums wurden bei einer Durchschnittstemperatur von 404° C. am Eintritt in den Ueberhitzer per Tonne Klinker durchschnittlich 447 kg Dampf mit einem Druck von 9,14 kg/qcm und einer Temperatur von 251° C. verdampft.

Die, die Wärmeübertragung in solchen Gasrohren regierenden Gesetze wurden sehr eingehend durch Lowford H. Fry untersucht, und das Ergebnis der Untersuchung ist in einem Vortrag vor der American Society of Mechanical Engineers im Dezember 1917 behandelt. Die an dem Kessel ausgeführten Versuche bestätigten in vollstem Umfange das Fry'sche Gesetz.

Der Drehofen bei der Zementherstellung.—III.*

Von W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

BESCHREIBUNG EINER DREHOFEN-PRÜFUNG.

Es ist jetzt beabsichtigt, im Einzelnen, eine sechs Tage dauernde Prüfung eines typischen, nach dem Nassverfahren arbeitenden Drehofens zu beschreiben. Einen Grundriss des Werkes zeigt Abb. 17 (Seite 562). Das Kohlenlager ist ein offener Schuppen mit Betonboden. Die Kohle wird in Eisenbahnwaggons angeliefert, die Bahngleise liegen etwa 3 m höher als der Boden des Kohlenlagers. Bei gewöhnlichem Betrieb wird die Kohle nicht abgewogen; sie wird in Schubkarren den Walzenbrechern von 23 × 60 zugefahren. Ein Vorschalt-Mechanismus ist nicht vorhanden.

Die Walzen stehen etwa 32 mm weit auseinander und dienen dazu, die grösseren Brocken zu zerkleinern. Die Kohle wird emporgehoben und ohne zwischengeschalteten Behälter oder Zufuhrapparat direkt dem Trockner aufgegeben. Die Kohlen-Trockentrommel misst 1.5 m im Durchmesser und ist 15 m lang. Sie wird durch eine besondere Feuerung geheizt.

Aus der Trockentrommel wird die Kohle auf einen Behälter von 1 t Fassungsvermögen, der sich über der Kugelmühle befindet, gehoben. Jede Rohrmühle besitzt einen kleinen Behälter von nur 115 kg Fassungsvermögen, und es sind Vorrichtungen getroffen, die Leistung der Kugelmühle an eine oder die andere der beiden Rohrmühlen weiter zu geben.

Nach dem Verlassen der Rohrmühlen wird die gemahlene Kohle auf einen Behälter für Staubkohle, der einen Durchmesser von 3.8 m besitzt, und 20 t fasst, empor gehoben.

Die Kohle wird aus dem Behälter durch einen Vorschubmechanismus abgezogen, der dem in Abb. 1 gezeigten ähnlich ist. Der Schneckendurchmesser beträgt 12 cm Durchmesser bei 5 cm Abstand und die Umdrehungsgeschwindigkeit schwankt von 100 bis 150 Touren in der Minute.

Drehofen.—Der Ofen besitzt einen Durchmesser von 2.59 m und ist 61.57 m lang; die Sinterzone ist bei 3.05 m Durchmesser 12.19 m lang. Die feuerfeste Auskleidung in der Sinterzone ist 20 cm stark, worauf 16.5 m von 15 cm Stärke und 28 von 11.5 cm Stärke folgen. Das lichte Innenvolumen beträgt 264 cbm.

Der Ofen besitzt zwei, durch zwei Sätze von Los-und Festscheiben regulierbare Geschwindigkeiten; die beschleunigte entwickelt 0.95, die langsame 0.76 Touren in der Minute. Die Neigung des Ofens beträgt 1 zu 25.

Es sind keine Schlammverteiler vorhanden, doch sind 150 gusseiserne Konsolleisten in den letzten 29 m des Ofens vorgesehen. Diese Konsolleisten sind 7.5 cm breit und ragen 30 cm aus der Oberfläche des feuerfesten Futters hervor. Die gesamte Oberfläche beträgt nur 7 qm.

Kühltrommel.—Innerhalb der Mantelplatten hat der Kühler im allgemeinen 1.7 m Durchmesser und ist insgesamt 20 5 m lang. Es ist ein 2.45 m langes, erweitertes Ende von 2.15 m Durchmesser vorgesehen. Die Neigung der Kühltrommel beträgt 1 zu 16.7, die Tourenzahl 3.16 in der Minute. Die innere Ausstattung der Kühltrommel wird nachher erläutert werden, wenn die Strahlung des Kühlermantels behandelt wird. Infolge der Beschaffenheit des Untergrundes ist die Kühltrommel im rechten Winkel zum Ofen angelegt.

* Für Abb. 1-7, siehe Januar-Heft. Für Abb. 8-16, siehe März-Heft.

OFEN - PRÜFTABELLE.

Lichter Ofendurchmesser 2.59 m, ***Lange*** 61,57 m. ***Sinterzone :*** innerer Durchmesser 3,05 m, Lange 12,19 m ***System :*** Schornsteinzug.

	OFEN			SCHLAMM			ROHKOHLE			STAUBKOHLE			KLINKER	ABGASE			TEMPERATUR		
Datum	Zur Verfügung stehende Zeit in Minuten	Tatsächliche Zeit in Minuten	Mittlere Tourenzahl des Ofens Umdrehungen in der Minute	Wassergehalt in Prozent	Gehalt an $CaCO_3$, frei von organischer Substanz	Rückstand auf dem 4900 Maschen/qcm Sieb	Abgewogene dem Trockner aufgegebene Menge in t	Feuchtigkeitsgehalt in Prozent beim Eintritt in den Trockner	Feuchtigkeitsgehalt in Prozent beim Austritt aus dem Trockner	Rückstand auf dem 4900 Maschen qcm Sieb	Rückstand auf dem 1 lo Maschen qcm Sieb	Heizwert in Kal/kg (trocken)	t per Stunde trocken berechnet	CO_2	O	CO	Klinker beim Verlassen des Kühlers in °C	Ofengase in °C	Am Fuss des Schornsteins in °C
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	10)	11)	(12)	(13)	(14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
14. Juli, 12 Uhr mittags bis 15 Juli, 12 Uhr mittags – 15. Juli, 12 Uhr mittags bis 16. Juli,	1440	1308	0 91	44 3	77 1	7,0	52 70	1 90	1 10	10 0	0 31	7433	7,15	17,9	7 0	—	151	499	318
12 Uhr mittags – 16. Juli, 12 Uhr mittags bis 17. Juli,	1440	1360	0 93	45,0	77,1	7,3	56 00	1,92	1,19	12,3	0 50	7580	7 05	21,1	4,5	—	144	492	314
12 Uhr mittags – 17. Juli, 12 Uhr mittags bis 18. Juli	1440	1354	0,91	45 0	76 7	6 7	49,00	1,87	1,11	8,6	0,24	7767	7 04	21,4	4,3	—	151	469	317
12 Uhr mittags – 18. Juli, 12 Uhr mittags bis 19. Juli,	1440	1319	0 91	44 7	76.6	6,3	46 50	1 86	0 98	S 6	0 21	7461	6,96	22,8	3 2	—	147	479	306
12 Uhr mittags – 19. Juli, 12 Uhr mittags bis 20. Juli,	1440	1330	0,90	44,7	76 5	6 4	45,00	1,82	1,08	7,4	0.47	7489	6,75	19,8	5,5	—	144	449	306
12 Uhr mittags –	1440	1325	0 91	44,2	76,5	6,5	33,60	1 73	0 88	7,2	0 46	7317	6,90	23,3	2,8	—	151	452	302
Mittel:	—	133,3 in Std	0 91	44,6	76,7	6 7	282 80	1 85	1,06	9 02	0 36	7507	6 97	21,1	4.5	—	148	473	311

Klinkerschütte.—Die Abb. 18 und 19 (Seite 564) zeigen die Verbindung zwischen Kühltrommel und Ofen. Es ist eine Oeffnung zwischen dem Kühlerende und der Stirnseite der Mauer vorhanden, durch die eine gewisse Menge kalter Luft in den Ofen eintritt, und 3 bis 4% des heissen Klinkers werden an dieser Stelle verschüttet. Ursprünglich war eine gusseiserne Klinkerschütte vorhanden, doch wurde diese entfernt und durch die in den Abb. 18 und 19 gezeigte Anordnung ersetzt. Der Minimalquerschnitt der Klinkerschütte beträgt 0.84 qm.

Schlamm-Zufuhr.—Eine Rotier-Zufuhrvorrichtung ist vorgesehen, die der in Abb. 3 gezeigten ähnelt. Die verlängerte Welle der Zufuhrvorrichtung ragt über das Ende des Ofens hinaus und wird durch einen Treibriemen vom Ofen her getrieben. Der Brennmeister des Ofens verstärkt zeitweise die Zufuhr, indem er einen Holzpflock in das Ueberlaufrohr steckt.

Kohlenfeuerungsdüse.—Diese besteht aus einem offenen Rohr von 15 cm lichter Weite, das 40 cm weit in den Ofen hineinragt.

Erforderlicher Kraftantrieb.—Es benötigen durchschnittlich: der Ofen 33, die Kühltrommel 8 und das Kohlenstaubgebläse 4 PS.

Ofenfüchse und Schornstein.—Nach dem Verlassen des Ofens passieren die Abgase eine Staubkammer von 130 cbm Grösse, die in 24 Stunden etwa 0.45 t auffängt. Der Schornstein ist angenähert 90 m hoch.

Ofen-Prüftabelle.—Mit Bezug auf die Ofen-Prüftabelle ersieht man, dass die Dauer der Prüfung nur 6 Tage umfasste; die Werte sind auf 12 Uhr mittags an jedem Tage eingestellt.

Die Kohle wurde, vom Lager kommend, karrenweise auf einer Plattenwaage in Mengen zu 125 kg gewogen und dann in den Kohlenwalzenbrecher gekippt.

Vor Beginn der Prüfung liess man die Kohlen-Trockentrommel eine Stunde lang, ohne Material zuzuführen, laufen; der Behälter über der Kugelmühle wurde ausgekratzt, und die Kugelmühle sowie die Rohrmühlen wurden bei voller Zufuhr sofort angehalten, wenn der Behälter leer war. Das obere Niveau der Kohle in dem grossen Staubkohlenbehälter wurde geebnet und die Tiefe von der Oberfläche bei Beginn der Prüfung um 12 Uhr mittags gemessen. Beim Abschluss der Prüfung wurden alle Verhältnisse erneut beobachtet so, dass die einzige zu machende Korrektur hinsichtlich der Menge abgewogener Kohle in der Differenz des Niveaus im Staubkohlenbehälter bei Beginn und Ende der Prüfung bestand.

Um auf die Prüftabelle zurückzukommen, wurde die in Spalte 2 angegebene Zeit, während welcher der Ofen tatsächlich gelaufen war, in erster Linie durch den Brennmeister erhalten. Der Brennmeister jeder 8-stündigen Schicht zeichnet die Zeit auf, während welcher der Ofen angehalten worden ist, und notiert auch den Grund für das Anhalten. Ein Geschwindigkeits-Registrierapparat wurde von einer der Wellen des Ofengetriebes bedient, und so wird durch die Aufzeichnung des Anhaltens des Ofens eine Kontrolle der Zeit erlangt, während welcher der Ofen läuft.

Eine Musteraufzeichnung zeigt Abb. 20 (Seite 565). Sie lässt deutlich erkennen, wann der Ofen mit voller, wann mit langsamer Geschwindigkeit gelaufen war, und sie zeigt deutlich die Dauer des Anhaltens. Es wird bemerkt werden, dass nach jedem Anhalten der Ofen mit langsamer Geschwindigkeit aber bei voller Kohlenzufuhr eine kurze Zeit lief, damit die Temperatur wieder ansteigen konnte. Das auf der Karte, durch B markierte, alle drei Stunden erfolgende Anhalten des Ofens wurde vorgenommen, um die tatsächliche Leistung der Kohlenzuführungsschnecken per 100 Umdrehungen zu bestimmen. Zu diesem Zwecke war eine Nebenleitungsvorrichtung mit

einem Abzweigeventil vorgesehen so, dass die Kohle beim Verlassen der Zufuhrschnecken eine Minute lang in einen Behälter abgegeben und gewogen werden konnte. Die Zahl der Schneckenumdrehungen wurden während der Prüfung durch eine Zähluhr gezahlt.

Auf diese Weise wurde ein Wert für das durchschnittliche Gewicht der Staubkohle, die mit 100 Umdrehungen der Zufuhrschnecken zugeführt wurde, erhalten. Durch Multiplikation dieses Wertes mit der Gesamtzahl der Umdrehungen sollte sich das Gewicht der in den Ofen eintretenden Kohle ergeben. Bei geeigneter Korrektur bestand nahe Uebereinstimmung bei dieser besonderen Prüfung zwischen dem so geschätzten Gewicht der Kohle und dem Gewicht der verbrauchten Rohkohle, wie es durch Abwiegen ermittelt war. Solche nahe Uebereinstimmung ergab sich jedoch nicht immer.

Die Zeiten, während welcher der Ofen mit langsamer Geschwindigkeit lief, unabhängig von denen, die durch die Kohlen-Nebenleitungsvorrichtung bedingt waren, sind auf der Karte mit H markiert. Sie sind verhältnismässig klein an Zahl und wurden wahrscheinlich noch kleiner sein, wenn nicht Störungen im Betrieb des Ofens durch die Kohlen-Ableitungsvorrichtung verursacht worden wären.

Die allgemeinen, aus der Karte gezogenen Folgerungen bestehen darin, dass die Ofengeschwindigkeiten auf die Schlammzufuhr richtig eingestellt waren, und dass Kohlen-wie Schlammzufuhr beide regelmässig arbeiteten.

In einigen Werken zeigte eine ähnliche Aufzeichnung, dass die Ofengeschwindigkeit in der Stunde zwei-oder dreimal wechselte, woraus hervorgeht, dass im Betrieb eine Unregelmässigkeit herrscht, der nachzugehen war.

Spalte 3.—Eine die Umdrehungen messende Zähluhr wurde durch eine Welle des Ofengetriebes getrieben; das Verhältnis der Tourenzahl der Welle zu der des Ofens war bekannt. Die Uhr wurde täglich um 12 Uhr mittags abgelesen, und aus der Gesamtzahl der Ofenumdrehungen innerhalb von 24 Stunden und der tatsächlichen Zeit, während welcher der Ofen lief, wurde die mittlere Tourenzahl des Ofens in der Minute ermittelt.

Die Angaben über den Schlamm, wie sie in den Spalten 4, 5 und 6 aufgezeichnet sind, wurden von dem Chemikerpersonal auf den Werken nach deren Erfahrungen, die ständig weiter gehen, gleichgültig, ob ein Ofen geprüft oder nicht geprüft wird, erhalten. Das Verfahren, die in den Spalten 7 bis 12 angegebenen Werte zu erhalten, ist bereits beschrieben worden.

Spalte 13.—Der die Kühltrommel verlassende Klinker fällt in eine Rotier-Waage, von dem in Abb. 8 beschriebenen Typ. Die Leistung jedes Sektors wurde mehrmals täglich auf einer Plattenwaage kontrolliert und ergab sich als von 29.5 bis 30.5 kg schwankend. Nach dem Verlassen der Rotier-Waage wurde der Klinker mittels Elevator hochgehoben, und es stellte sich als bequem heraus, ihn in Wagen von 60 cm Normalmass zu transportieren. Er wurde dann erneut auf einer Brückenwaage gewogen, und so wurde das Gewicht für die sechs Tage ermittelt. Eine durchschnittliche Leistung von 30 kg wurde pro Sektor für die Rotier-Waage bestimmt.

Spalten 14, 15 *und* 16.—Die Abgasanalysen wurden in regelmässigen Zwischenräuman während des Tages mittels eines Orsat-Apparates ausgeführt.

Spalten 17, 18 *und* 19.—Die Temperatur des die Kühltrommel verlassenden Klinkers wurde festgestellt, indem man diesen in eine Holzkiste von Würfelformat mit Seitenlangen von 15 cm sammelte und ein Quecksilber-thermometer einsetzte. Es ist hierbei erhebliche Sorgfalt nötig, da sonst die Ablesungen zu niedrig ausfallen. Die Temperatur der Ofenabgase wurde mittels eines Einfaden-Registrierapparates bestimmt.

Die Temperatur am Fusse des Schornsteins wurde in regelmässigen Zwischenräumen mittels eines Pyrometers und einer transportablen Anzeigevorrichtung beobachtet, und aus den Ablesungen eines Tagesergebnisses wurde das Mittel genommen. In diesem Falle ist der Ofen und Schornstein verbindende Fuchs von ungewöhnlicher, 88 m betragender Länge, und der Abfall der Temperatur zwischen dem Ofenende und dem Fuss des Schornsteins ist besonders infolge des Eintritts kalter Luft durch Undichtigkeiten bemerkenswert.

(*Fortsetzung folgt.*)

Zement-Beanstandungen.—II.

von H. A. HOLT.

Eine Reklamation wurde bearbeitet, bei der Eisenbeton-Oberbalken, die mit einem Putz aus Zementmörtel versehen waren, insofern einen Misserfolg herbeigeführt hatten, als der Putz abgefallen war. Bei der Analyse wurde festgestellt, dass der Beton des Oberbalkens 14.5% Kohle enthielt, die aus dem Koksschlacken-Zuschlag stammte, während der Putz in einer Schicht aufgetragen worden und so schwer war, dass er stellenweise von dem Unterbeton abgerissen war. Dieser hatte infolge der Oxydation der Kohle getrieben und hatte die an sich bereits kleine Adhäsionskraft des Putzes zerstört.

Ein ähnlicher Fehlschlag wurde untersucht, bei dem sich glasierte Ziegel vom Putzmörtel gelöst hatten. Es wurde festgestellt, dass dieser Putz die Ursache der Unzuträglichkeiten war. Tatsächlich waren diese infolge des 3% betragenden Kohlegehalts der Zuschlagstoffe des Hinterbetons entstanden, die beim Treiben den Mörtel gelöst und so die Ziegel gelockert hatten.

Der schädliche Einfluss der Kohle in einem Zuschlagstoff wird bis zu einem gewissen Grade reduziert, wenn der Beton genügend dicht hergestellt wird so, dass der Zutritt von Luft und Feuchtigkeit verhindert und die Kohle nicht so schnell oxydiert wird. Kohle findet sich naturgemäss lediglich in Koksaschen und solchen Zuschlagstoffen, wie sie für die Herstellung porösen Leichtbetons, der darauf mit Mörtel verputzt wird, verwendet werden. Es hängt von diesem Mörtel ab, innerhalb welcher Frist die oxydierenden Stoffe wie Luft und Wasser Zutritt zu dem Hinterbeton finden.

Es ist daher auf jeden Fall unklug, Zuschlagstoffe zu verarbeiten, die auch nur irgendwie mehr als eine Spur von leicht oxydierbarer Kohle enthalten, seitdem bekannt ist, dass Betone, die aus solchen Zuschlagstoffen hergestellt sind, beim Abbinden zum Treiben neigen. Wenn das Treiben während des Abbindens durch schnelles Austrocknen des Betons unterbunden wird, so wird das Treiben vermutlich dann später eintreten wenn der Beton infolge atmosphärischer oder anderer Ursachen feucht wird.

Ebenso wie bei der Kohle macht sich der schädliche Einfluss der Sulfide in den Zuschlagstoffen dann nicht so bemerkbar, wenn der Beton sehr dicht und undurchlässig ist. Ein Bordstein aus Vorsatzbeton, der längere Zeit in Gebrauch gewesen war, wurde geprüft und erwies sich, soweit Festigkeit und Raumbeständigkeit in Frage kamen, als hochwertig. Bei der Analyse stellte sich heraus, dass die als Zuschlag verwendete Schlacke mehr Sulfide enthielt, als der oberen Sicherheits-Grenze entspricht. Der Bordstein war indessen mit einer Rüttelvorrichtung verdichtet worden und war praktisch undurchlässig.

Eine basische, kristalline, harte und gut gekörnte Schlacke, die aber 2.5% Schwefel als Sulfid enthielt, wurde in einer 1 : 4 Mischung in Würfel gefüllt.

Diese wurden nach 7 Tagen geprüft und mit ähnlichen Würfeln verglichen, die aus gutem Sand und dem gleichen Zement hergestellt waren. Die Schlackenwürfel besassen nur 40% der Festigkeit der Sandwürfel. Sulfide finden sich häufig in Spaten und zwar oft gebunden als Zinksulfid, das ein schädlicher Bestandteil ist. In fünf Fällen minderwertigen Betons stellte sich beim Prüfen heraus, dass diese unzweifelhaft Zink und Schwefel als Sulfid enthielten:

	Zink	Schwefel als Sulfid
1. Fall	5.26% ...	... 2.22%
2. Fall . .	1.22% ...	... 4.36%
3. Fall	5.98% ...	. . 2.30%
4. Fall . . .	2.94% . .	... 1.43%
5. Fall	3.32% ...	. . 1.63%

In jedem dieser Fälle war der Beton nach zwei Tagen noch nicht richtig abgebunden und konnte leicht zwischen den Fingern zerdrückt werden. Ueberdies wies der Beton zu dieser Zeit einen hohen Gehalt an ungebundener Feuchtigkeit auf. Die darauffolgende Erhärtung war in allen Fällen gering. Andere Zinksalze wie Zinkkarbonat und Zinkoxyd besitzen ebenfalls auf Beton schädlichen Einfluss.

Auch Bleisulfid findet sich in einzelnen Spaten und ist ebenso wie Zinksulfid unstabil. Der Beton wird in verschiedener Weise angegriffen je nach dem Metall, mit dem sich der Schwefel als Sulfid verbunden hat; in fast allen Zuschlagstoffen, die Schwefel enthalten, verbindet sich der Schwefel mit dem Eisen im Zement unter Bildung von Eisensulfid, wobei zunächst eine grüne und später rostige Färbung im Beton entsteht.

Schlacken enthalten oft Calciumsulfat, das mit dem Calciumaluminat im Zement Calciumsulfoaluminat bildet und die Zerstörung des Betons herbeiführt.

Es ist keine sehr kluge Gewohnheit, Zuschlagstoffe, die Sulfide enthalten dem Wetter auszusetzen, da, trotzdem einige wie Magnesiumsulfid, das leicht löslich ist, auf diese Weise entfernt werden, Calciumsulfid oft in Calciumsulfat umgewandelt wird, wobei das in dem vorigen Absatz erwähnte Ergebnis resultiert.

Wenn Zuschlagstoffe, die Sulfide enthalten, zu Eisenbeton verarbeitet werden, so kann das Resultat verheerend sein. Der Schwefel verbindet sich zunächst mit dem Metall, wobei sich Eisensulfid und später Eisenoxyd bilden. Der Beton wird dann durch Volumenvergrösserung zerstört. Die in Koks-und Müllaschen vorhandenen Sulfide sind, allgemein gesprochen, einigermassen beständig, wenn sie nicht im Ueberschuss anwesend sind.

Gelegentlich ist Schwefelsäureanhydrid in einem Zuschlagstoff die Ursache eines Misserfolgs mit Beton, da dieses gleichbedeutend ist mit überschüssigem Zusatz von Gips im Zement. In dem Falle eines Putzes auf Ziegelmauerwerk, der sich abgehoben hatte und Risse aufwies, wurde festgestellt, dass die Ziegel selbst einen Ueberschuss an Schwefelsäureanhydrid enthielten, der, da feuchte Verhältnisse vorlagen, die Ursache gewesen war, dass der Zementmörtel und Putz sich ausdehnten und gerissen waren.

Ein interessanter Fall des Misserfolgs mit Beton durch Schwefelsäureanhydrid ergab sich bei einer Beanstandung, nach der eine nicht bewehrte Betonstrasse, die vor zwei Jahren angelegt worden war, neuerdings anfing, sich an einzelnen Stellen zu heben und zwar an einer Stelle um 15.24 cm. Bei der Untersuchung stellte sich heraus, dass der Beton gerissen und teilweise sehr stark zerstört war. Als Zuschlagstoffe waren Steinschotter und Flussand, die als einwandfrei befunden worden waren, verwendet worden, doch wurde bei der analytischen Untersuchung des vom Schotter getrennten Mörtels festgestellt, dass dieser so viel wie 6% Schwefelsäureanhydrid enthielt. Dieses

war natürlich die Ursache der Schwierigkeiten, doch bestand das Problem darin, zu ermitteln, woher dieser Gehalt gekommen war. Es wurde festgestellt, dass der Beton auf einer Unterlage von Steinen, die mit Schlacke gemischt waren, verlegt worden war. Die Schlacke enthielt Schwefel als Sulfid und Schwefelsäureanhydrid, die in der Folge von dem Beton absorbiert worden waren und so zu seiner Zerstörung geführt hatten.

Einige Betonpfosten, die um die Abfallhalde eines Bergwerks aufgerichtet waren, zeigten am Fusse Zerstörungserscheinungen. Die Pfosten standen im Wasser einer kleinen Quelle, die aus dem Boden der Halde ihren Ursprung nahm. Dieses Wasser zeigte bei der Analyse einen ausserordentlich hohen Gehalt an Salzen, namentlich an Sulfaten des Calciums, Magnesiums und Natriums. Diese hatten mit dem Zement reagiert und die Zerstörungen verursacht.

Misserfolge entstehen gelegentlich infolge der Ungeschicklichkeit der Verbraucher von Beton, die nicht in der Lage sind, die Begrenzung seiner Möglichkeiten zu erkennen. Der Werkingenieur, der verlangt, dass ungeschutzter oder ungenugend geschutzter Beton dem Angriff industrieller Flussigkeiten widerstehen soll, wird sich in ernsten Ungelegenheiten befinden. Ein Beispiel des Misserfolgs bei der Oberfläche eines Fabrikfussbodens ist vermerkt worden; dieser war auf die Anhäufung von Abfallfetten auf dem Boden zuruckzufuhren. Das Fett enthielt eine geringe Menge an Fettsauren, die an sich nicht sehr hoch war, doch steigerten sich die Sauremengen nach langerer Zeit in dem Masse, wie das Fett ranziger wurde, bis die Oberfläche des Betons weggefressen war. Wenn die Oberfläche des Bodens verhünftig sauber gehalten und die Ansammlung von Fett nicht zugelassen worden wäre, wurde die Schadigung des Bodens minimal gewesen sein. Sie wäre noch kleiner geworden, wenn der Boden vor seiner Benutzung mit einer dreimaligen Impragnation von Natriumsilikatlösung versehen worden wäre.

Eine Strasse, auf die Holzblocke gelegt waren, erhärtete in unbefriedigender Weise; Versuche wurden im Laboratorium ausgefuhrt, um die Ursache der Schwierigkeiten herauszufinden. Holzblocke wurden auf die Oberfläche von Beton gelegt, wenn dieser zwischen 24 Stunden und sieben Tagen alt war, und in keinem Falle war das Resultat unbefriedigend. Wenn andrerseits Holzblöcke auf Beton gelegt wurden, der noch kaum abgebunden hatte, so wurde festgestellt, dass der Beton Kreosot aus dem Holz absorbierte und dass, obwohl der Zement abband, er praktisch keinerlei Festigkeit erreichte.

Der schädliche Einfluss des Zuckers auf Zement ist im allgemeinen bekannt, doch sind sich vielleicht noch nicht alle daruber klar, welch kleine Zuckermengen erforderlich sind, um Zerstörungen zu verursachen. Ein Eisenbeton-Fussboden ermangelte der Erhärtung, und es konnte keine Ursache fur diesen Misserfolg ermittelt werden. Die Zuschlagstoffe, wie Sand und der Zement waren von erstklassiger Güte,—der Sand war gewaschen worden,—die Ausfuhrung stand ausser jeder Frage, und nur einer zufälligen Untersuchung war es zu danken, dass entdeckt wurde, dass der gewaschone Sand in Zuckersäcken angeliefert worden war. Etwas Zucker war in jedem Sack zurückgeblieben, in dem nassen Sand aufgelöst worden und so, gänzlich unbemerkt, in den Zement mit dem zerstörenden Ergebnis gelangt.

Lohbrühe in Verbindung mit ungeschutztem Beton verursacht fast immer, ebenso wie dieses alle sauren Lösungen tun, Misshelligkeiten. In solchem Falle ist es notwendig, für eine säurebeständige Auskleidung oder Deckschicht zu sorgen so, dass jede Berührung zwischen der Säure und dem Zement verhindert wird. Eine Mischung aus Pech und Teer, oder besser noch ist säurebeständiger Asphalt oder Blei, stellen eine passende Schutzschicht dar.

Bei der Analyse einer Probe schlechten Betons sind die beiden, am schwie-

rigsten in befriedigender Weise bestimmenden Punkte, die der Konsistenz, in welcher der Beton gemischt wurde und die Frage, ob er richtig nachbehandelt worden ist. Das Aussehen liefert häufig einen Schlüssel zu dem ersteren Punkt, ist aber gelegentlich irreführend. Ein hoher Gehalt an Glühverlust kann bedeuten, dass ein Ueberschuss von Anmachewasser verwendet wurde; es kann aber ebenso gut bedeuten, dass zu wenig Anmachewasser verwendet worden war, woraus ein poröser Beton resultierte. Ein befriedigender Schluss auf die Konsistenz kann aus dem Gehalt an nicht gebundenem Wasser gezogen werden; man muss aber sicher sein, dass keine anderen Stoffe oder Einflüsse anwesend waren, die das Abbinden hätten verzögern können, wie z.B. Frost, organische Stoffe oder Zucker. Ein kleiner Glühverlust und ein hoher Gehalt an unverbundenem Wasser können andeuten, dass der Beton Frost ausgesetzt war, oder dass das Abbinden des Zements durch andere Einflüsse verzögert wurde. Ein kleiner Glühverlust in Verbindung mit einem kleinen Gehalt an unverbundenem Wasser deutet auf schnelles und gewaltsames Austrocknen.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass Gesteinsabfälle und Staub als Zuschlagstoffe oft den Misserfolg bei der Erhärtung von Beton verursachen; dieses tritt um so mehr ein, wenn das Wetter nass ist und die Temperaturen verhältnismässig niedrige sind. Es ist eine grosse Anzahl von Versuchen ausgeführt worden, doch hat sich bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung ergeben. Es ist wahrscheinlich, dass die Weichheit des Betons auf der grossen Menge Wasser beruht, die beim Mischen zugefügt werden muss, um die feinen Staubteilchen anzunässen, und dass sie auf der Adhäsionsschwäche des Betons beruht, die durch die Unmöglichkeit hervorgerufen wird, dass der Zement den Staub überdeckt. Wird der Staub ausgesiebt, so würden befriedigende Ergebnisse erhalten werden.

Der Misserfolg mit einigen Eisenbetonpfählen beim Einrammen bot einen interessanten Fall anderer Art. Als die schlechten Pfähle zerbrochen und geprüft wurden, fanden sich im Beton helle, grün gefärbte Flecken besonders dort, wo die Steine vom Mörtel abgerissen waren. Ausgetrocknet waren die Flecke von weisser Farbe. Der Kies war aus dem Flussbett gebaggert worden und sah trocken ganz rein aus. Bei der Untersuchung stellte sich heraus, dass die grünen Ablagerungen im Beton aus Algen, einem Wassergewächs, bestanden. Diese hatten einen Teil der Zuschlagstoffe im Fluss überzogen und waren so in den Beton gekommen. Die Haut um die Zuschlagstoffe hatte die richtige Kohäsion mit dem Zement verhindert, wodurch infolge der organischen Substanz der Wirkungsgrad des Zements reduziert war. Zu diesen Faktoren traten schlechtes Korngrössenverhältnis, schlechtes Mischen und die Anwesenheit von Kohle, die mit dem Kies ausgebaggert worden war, und so war der Misserfolg nicht unerklärlich.

Ausblühungen, tatsächliche wie sogenannte, sind oft die Ursache von Beanstandungen besonders bei gefärbten Betonarbeiten. Ein typisches Beispiel bot sich bei einer grossen Betonkonstruktion, an deren Oberfläche sich Ausblühungen gebildet und das Aussehen des Gebäudes völlig ruiniert hatten. Es wurde ermittelt, dass Teile der Arbeit nur eine unverhältnismässig dünne Deckschicht erhalten hatten, und dass der Unternehmer die Oberfläche mit Zement angestrichen hatte. Dieses erklärte den Ausschlag, da das Wasser in der Zementschlämme mit Kalk in Lösung übersättigt war; beim Trocknen war dieser Kalk auf der Oberfläche des Betons niedergeschlagen worden und hatte sich in Berührung mit der Kohlensäure der Luft schnell in kohlensauren Kalk verwandelt. Jede Betonoberfläche besitzt einen Ueberzug von kohlensaurem Kalk, gewöhnlich aber so dünn, dass er nicht wahrnehmbar ist, mit Ausnahme solcher Fälle, wo der Beton porös ist und Calciumhydroxyd aus der Betonmasse gelöst werden und durch Kapillarwirkung an die Oberfläche gebracht werden kann.

Eine andere wegen Ausblühungen erhobene Reklamation erwies sich als nichts weiter wie die angehäufte Ablagerung von Salzen aus Seewasser, die auf der Oberfläche ausgetrocknet waren.

Die bemerkenswerteste Beanstandung, welche behandelt wurde, ist wahrscheinlich diejenige, welche unter der falschen Bezeichnung der Ausblühung angebracht war. Betonfundierungen und-Wände wurden zwischen den Gezeiten ausgeführt: Die verwendete Mischung war 4 : 2 : 1 und die Zuschlagstoffe bestanden aus, nach Korngrössen abgestuftem Granit und Sand. Der Beton war gut gemischt worden und infolge Versagens der Pumpe auf feuchten Grund eingebracht worden. Funf Stunden später bedeckte Seewasser den Beton bis zu einer Tiefe von 1.80 m. Als nach vier Tagen das Wasser ausgepumpt wurde, war das, was wie ein Wald von weissen Rohren aussah, als aus dem Beton kommend ermittelt worden. Die Rohre waren dunn aber durchaus hart, 5 mm im Durchmesser und leicht spitz zulaufend. Sie waren gleichmässig verteilt mit etwa neun auf den Quadratfuss und hatten eine durchschnittliche Hohe von etwa 40 cm, obwohl einzelne 90 oder 120 cm Höhe erreichten. Die wahrscheinliche Erklarung für diese Erscheinung besteht darin, dass eine Kalklosung aus dem Beton durch Luftlocher gedrückt worden war infolge Setzens der Zuschlagstoffe und dass, sobald diese Kalklösung mit dem harten Seewasser in Beruhrung kam, kohlensaurer Kalk niedergeschlagen wurde.

Dieses ging so lange weiter, wie der Beton plastisch war und entsprechend wuchs das Rohr aus kohlensaurem Kalk. Der Niederschlag konnte sich nur an der Aussenseite des Strahls der Kalklosung bilden und der Kern des Strahls kam direkt herauf durch das Rohr. Die Aufwartsbewegung der Kalklosung war wahrscheinlich auf die Tatsache, dass ihre Dichte kleiner als die des Seewassers war, zuruckzufuhren. Solch eine Wirkung durfte sich in frischem Wasser wahrscheinlich nicht ereignen, weil die Kalklosung dann eine höhere Dichte und die Tendenz haben wurde, eine Inkrustierung oder Auflageschicht auf der Oberflache des Betons zu bilden.

Die Portlandzementindustrie der Vereinigten Staaten im Jahre 1929.

Zum ersten Male seit 1921 wiesen Erzeugung und Absatz von Portlandzement einen Ruckgang gegen die voraufgegangenen Jahre auf. Nach der vom U.S. Bureau of Standards gefuhrten Statistik betrug die Erzeugung 1929 offenbar 28,753,290 t gegen 29,914,560 t im Jahre 1928, was einem Abfall von 1,161,270 t oder 3,9% entspricht. Der Absatz belief sich 1929 ungefähr auf 28,839,990 t gegen 29,827,350 t im Jahre 1928, was einen Ruckgang von 987,360 t oder 3,3% bedeutet. Neun neue Werke und eine Mahlanlage vermehrten 1929 die Leistungsfähigkeit der Industrie um 1,53-1,7 Millionen t, während Umbauten und Vergrösserungen bereits bestehender Fabriken wahrscheinlich einen Kapazitätszuwachs zwischen 510,000 und 680,000 t ergaben; am Ende des Jahres betrug die Leistungsfähigkeit der bestehenden Werke etwa 43 Millionen t, was verglichen mit 1928 eine Steigerung um 2,359,000 Millionen t bedeutet. Während der Hauptsaison im Jahre—Monat August—wurde eine 86% ige Ausnutzung der vorhandenen Kapazität erzielt.

Die erzielten Preise fielen während des ganzen Jahres, insbesondere aber in der zweiten Hälfte. Der durchschnittliche Nettoerlös betrug per Fass 1828

RM.6,99. Für 1929 wurde über Preisreduktionen bis zu 25% berichtet bei einem Durchschnitt von 10%.

Der Wert der 1929 verkauften 28,9 Millionen t belief sich ungefähr auf 1,029 Millionen RM., gegenüber 1,159 Millionen RM. für 29,9 Millionen t im Jahre 1928.

Die Einfuhr erreichte in den ersten zehn Monaten des Jahres 262,986 t gegen 347,161 t, während des gleichen Zeitraums im Jahre 1928. Die gesamte 1928 eingefuhrte Menge betrug 388,294 t. Der durchschnittliche Wert des, während der ersten zehn Monate des Jahres eingeführten Zements betrug per Fass RM.4,79, verglichen mit RM.5,59 per Fass im Jahre 1928. Zweidrittel der, in den ersten zehn Monaten eingefuhrten Menge an Portlandzement (179,860 t) kommt aus Belgien. Der Durchschnittswert des nach Massachusetts eingeführten Zements beträgt per Fass RM.5,80.

Vom technischen Standpunkt gesehen war das Jahr 1929, wie die Zeitschrift "Rock Products" feststellt, durch zwei besondere Entwicklungen charakterisiert, nämlich durch das allgemeine Interesse wie die ausgedehnte Aufnahme der, sowohl nass wie trocken erfolgenden Mahlung bei geschlossenem Stromkreis unter Ueberwiegen der Anwendung auf das Trockenverfahren und durch die wachsende Anwendung von Schlammfiltern. Vom Gesichtspunkt der Rationalisierung ist der Transport von Zement in losen Haufen hervorstechend. Das selbstentladende, seetuchtige Zementtransportschiff ist keine neue Errungenschaft, da Schiffstypen dieser Art seit mehreren Jahren von ein oder zwei Fabrikanten auf den grossen Seen benutzt worden sind. Das Jahr 1929 ist durch die Entwicklung einer neuen Type des losen Transports, die ein oder zwei, in Tunneln laufende Kratzeimer verwendet, um anstatt mit Förderbändern zu entladen, gekennzeichnet. Schiffe und Leichter von ungefahr ähnlicher Bauart werden zum losen Transport an der Ostkuste, auf den Flussen Mississippi und Ohio wie auf den grossen Seen verwendet. Die rationalisierende Wirkung dieser Entwicklung der Industrie hat zum Bau von Packanlagen in Städten gefuhrt, die weit ab von den Fabriken lagen, und sie hat verschiedenen Werken, welche am Wasser liegen, die Vorteile der Fabriken gebracht, die in den Hauptabsatzgebieten liegen, da Lieferung im Wagen direkt von der Packanlage an den Kunden durchgefuhrt werden kann.

Beinahe zwei Jahre lang hat die Portland Cement Association in Zusammenarbeit mit dem U.S. Bureau of Mines an der Universität Minnesota Untersuchungen über das Mahlen in geschlossenem Kreise angestellt; ausserdem sind Forschungen am U.S. Bureau of Standards uber Korngrössen ausgefuhrt worden. Obwohl die Ergebnisse dieser Forschungen bisher nur den Mitgliedern der Portland Cement Association bekannt gemacht worden sind, ist dennoch davon genügend bekannt, um voraussagen zu können, dass sie ausgesprochen umsturzend sind. Während sich das Nassmahlen in geschlossenem Kreise wirksam und rationell auf metallurgischem Gebiete erwiesen hatte, galt dasselbe bisher nicht unbedingt für die Trockenmahlung in geschlossenem Stromkreise. Die gleiche Entwicklung beider Mahlarten eröffnet erneut die Kontroverse über die Trocken-und Nassverfahren. Die erfolgreiche Anwendung beider hängt von der wirksamsten Korngrössenmahlung für die chemischen Reaktionen in einem Drehofen ab, und dieses scheint festgestellt worden zu sein, obwohl leichte Schwankungen mit der Materialart und den besonderen Bedingungen vorkommen können.

Während der letzten Jahre ist mit dem wachsenden Verlangen nach schneller erhärtendem Zement und der hierdurch bedingten sorgfältigeren Mischung der Rohmaterialien das Nassverfahren bei weitem beliebter geworden. Ausser der präziseren Aufbereitung und leichteren Kontrolle besitzt das Nassverfahren

infolge des ökonomischen Nassmahlens unbestreitbare Vorteile. Die nach dem Nassverfahren arbeitende Fabrik von Ford, welche Schlammfilter und andere wärmespeichernde Verfahren benutzt, reduzierte ihren Kohlenverbrauch während eines Monats auf weniger als 20 kg per 100 kg bei einer Kohle von 7,800 Kal/kg Heizkraft.

Jetzt wird berichtet, dass die Verwendung von Windsichtern im geschlossenem Mahlkreislauf mit Rohmühlen und der genauen Kontrolle der Korngrösse des austretenden Materials, das Verhältnis zwischen beiden Prozessen verändert habe. Einige der älteren, nach dem Trockenverfahren arbeitenden Werke, die sich scheinbar an der Grenze des Veraltetseins befanden, haben bemerkenswerte Ergebnisse hinsichtlich verbesserter Güte des Erzeugnisses und gesteigerter Leistung, sowohl was die Mahleinheiten wie die Oefen angeht, erreicht. Windsichter, besonders auf der Endseite, sind der Zementindustrie keineswegs neu, doch ist die gegenwartige Bauart und ihre Anwendung neu. Nach Ansicht einiger der erfahrensten Zementfabrikanten hat das neue Mahlen in geschlossenem Mahlkreislauf und die Verwendung der richtigen Korngrösse der Rohmaterialien fur das verlangte Erzeugnis in Verbindung mit den neuzeitlichen Methoden der Trockenmischung viele ältere nach dem Trockenverfahren arbeitende Werke in ihrer Existenz sicher gestellt.

Die amerikanische Gesellschaft fur Materialprüfungen beabsichtigt zur Zeit die Portlandzementnormen zu revidieren, indem die Anforderungen an die Mindestzugfestigkeit nach 7 Tagen von 15,8 kg/qcm auf 19,3 kg/qcm und die Mindestzugfestigkeit nach 28 Tagen von 22,8 kg/qcm auf 24,6 kg/qcm geändert werden soll. Ein besonderer Untersuchungsausschuss ist ernannt worden, um die Frage der Begrenzung des Kalkgehaltes unter Verwendung der Molekularverhaltnisse von Kalk, Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd zu klären. Der Ausschuss bereitet versuchsweise neue Normen für hochwertigen Portlandzement vor. An Stelle der gegenwartigen Vorschrift von 2% Schwefelsäureanhydrid wird vorgeschlagen diesen Wert auf 2,5% zu erhöhen; es ist weiter geplant, dass die Mindestzugfestigkeit nach einem Tage 19,3 kg/qcm und nach 3 Tagen 26,36 kg/qcm betragen soll.

Fehlerhaftes Abbinden von Zement.

Wir haben von Herrn Frederick Whitworth in Brussel die folgende Zuschrift erhalten:—

Sehr geehrter Herr.—Als Antwort auf den Brief von "W.T.W." in der Augustausgabe 1929 von Cement and Cement Manufacture uber die fehlerhafte Abbindezeit von Zement behandle ich im Folgenden das Ergebnis einiger Versuche, die ich vor gewisser Zeit unternommen habe, und die Folgerungen aus diesen, zu denen ich gelangte.

Es wurden folgende Versuche angestellt:

(1) Es wurde eine Probe normalen Zements genommen, die keine Zeichen fehlerhaften Abbindens zeigte, obwohl sie extrem schnell angemacht wurde. Die Probe wurde eine halbe Stunde lang auf 150° C., welche Temperatur extrem heissen Verhältnissen in den Mühlen entspricht, erhitzt, worauf sie falschen Abbindebeginn nach 10 Minuten ergab.

(2) Eine Klinkerprobe wurde in einer kleinen Versuchsmühle gemahlen und in drei Teile geteilt. Folgende versuche wurden unternommen:

(*a*) Sofort nach dem Mahlen angeruhrt ergab sich Rapidbinden.

(*b*) Der zweite Teil wurde nach Zusatz von 4 Prozent Gips angemacht. Hierbei ergab sich eine mittlere Abbindezeit von ungefähr 1½ Stunden für den Abbindebeginn (Vicatnadelprobe).

(*c*) Der dritte Teil wurde mit 4 Prozent Gips gemischt und eine halbe Stunde lang auf 150° C. erhitzt. Hierbei ergab sich ein verschiedenes Abbinden, indem einzelne Stellen in leichtem Masse falsches Abbinden zeigten, die Probe im allgemeinen aber eine mittlere Abbindezeit wie bei Probe (*b*) aufwies.

Ich kam zu folgenden Schlussfolgerungen: Das sogenannte falsche Abbinden ist auf das teilweise fur sich erfolgende Abbinden des Gipses zurückzufuhren, während der Zement seine normalen Abbindeverhältnisse beibehält. Ist der Gips sehr fein gemahlen und sehr innig mit dem Zement gemischt, so baut er gleich nach dem Anmachen in gewissem Umfange eine innere Struktur auf. Die naheliegende Analogie, die ich zu dieser Struktur zu geben vermag, ist die eines mit Wasser vollgesaugten Schwamms, wobei der Schwamm der Gipsstruktur und das Wasser dem Zement entspricht. Wenn der dehydrierte Gips nicht innig mit dem Zement gemischt ist, oder wenn die Mahlung grob ist, so können die Gipsteilchen beim Abbinden nicht ineinandergreifen und daher nicht diese Struktur erzeugen, oder aber die Struktur besitzt nicht genugende Kohäsion, um die Abbindenadel aufzuhalten.

Aus diesen Grunden sollten bei Versuchen die Bedingungen so weit wie möglich den Verhältnissen beim Mahlprozess hinsichlich Zeit, Temperatur und mechanischer Mischung entsprechen. Andernfalls werden irrefuhrende Resultate erhalten.

Es würde sich weiter ergeben, dass Zement mit dieser falschen Abbindezeit trotzdem genug SO_3 in Lösung besitzt, um das Abbinden des Zements ordentlich zu verzögern. Eine Versuchsreihe hinsichtlich der Zugfestigkeit eines solchen Zements zeigte, dass kein Unterschied zwischen einem schnell angeruhrten und dem Erharten uberlassenen Zement und einem erneut angeruhrten Zement, nachdem man vorher das falsche Abbinden sich hatte entwickeln lassen, bestand. Es wurde festgestellt, dass auch ein 1 : 3 gemischter Zementsandmörtel falsches Abbinden ergab, wodurch angezeigt wurde, dass die Schwamm-Struktur in dieser Mischung vorhanden sein kann. Solch eine Mischung ähnelt noch mehr dem vollgesogenen Schwamm, da die Sandteilchen das Analogon darstellen zu den grossen unausgefüllten Luftporen im Schwamm, in dem die Oberflachenspannung nicht ausreicht, um die Menge Wasser zu halten.

In einigen von Ihrem Berichterstatter angefuhrten Fällen dürfte es möglich erscheinen, dass die falsche Abbindezeit während des Anmachens unterbrochen wurde. Ich stelle mir vor, dass sich dieses häufig ereignet, und ich pflege die Gewohnheit zu haben, einen kleinen Teil des Breis während des Anmachens abzutrennen und zum Zwecke der Beobachtung während des Anmachens des Hauptteils bei Seite zu stellen.

Dieser Gegenstand besitzt gewisse Bedeutung, da mir Fälle bekannt sind, wo ein Zement wegen falschen Abbindens zurückgewiesen wurde, obwohl seine Güte ausgezeichnet war und sich beim Bauen keine Störung ergeben haben wurde.

Abschliessend wunsche ich Ihnen für Ihre internationale Zeitschrift vollen Erfolg und versichere Sie auf Grund von Beobachtungen in verschiedenen Ländern, dass Ihre Zeitschrift ausserordentlich hochgeschätzt wird.

Eine neue Sack-Packmaschine.

Wer mit gemahlenen Materialien wie Zement, Kohle, Gips etc. zu tun hat, weiss, dass diese Materialien, wenn sie in einen Behälter wie Fass, Sack oder Silo fliessen, anfangs ein grosseres Volumen einnehmen als nach einiger Zeit des Lagerns. Dies ist dadurch zu erklären, dass die beim Einlaufen mitgerissene Luft zwischen den Staubteilchen Polster bildet, die das Volumen vergrössert. Nach einiger Zeit des Lagerns entweicht diese Luft langsam und der Staub sinkt in sich zusammen und nimmt einen kleineren Raum ein. Jetzt ist eine Maschine von der Firma Andreas Maschinen-Gesellschaft m.b.H. auf den Markt gebracht worden, deren Arbeitsweise auf dieser Tatsache beruht; sie soll die erste genau wiegende, automatisch packende Maschine sein, welche die Sacke wahrend des Fullens schuttelt, wodurch die Verwendung eines kurzeren Sacks moglich wird.

Das Volumen des in die Säcke gefullten Zementes lässt sich durch entsprechendes Rutteln derart verkleinern, dass je nach der Dichte des betreffenden Zementes die geruttelten Sacke 5-10 cm kurzer sein konnen, als normale. Der Einwand, dass diese leichter platzen ist durch die Praxis widerlegt und somit nicht stichhaltig. Die Ersparnis bei Verwendung der kurzen Sacke betragt fur ein mittleres Zementwerk allein bis zu RM. 1630 pro Monat. Das Mass, um welches die geruttelten Sacke kürzer gemacht werden konnen, hangt von der Dichte des jeweiligen Zementes ab und wird am besten nach Aufstellung der Maschine durch Versuche festgelegt. Die Verkürzung wird so bemessen, dass immer noch Spielraum und Luft fur den gerüttelten Zement in dem Sack verbleiben. Wir horen, dass von verschiedenen Landern Europas geruttelte, kurze Andreas-sacke, dauernd uber See gehen, ohne dass je eine Reklamation käme.

Die nachfolgende Beschreibung der Andreas Ventil-Sack-Packmaschine erklart deren Arbeitsweise. Das vom Zementsilo mittels irgend eines Transportmittels ankommende Zementmehl gelangt zunachst in eine Siebtrommel, die mit kraftigem Stahldrahtgewebe bespannt ist. Man hat die Trommel einer Schnecke mit gelochtem Boden vorgezogen, da der Verschleiss bei der Trommel geringer ist und der Zement leichter und schneller durchfallt. Die Trommel hat den Zweck, die evt. im Zement befindlichen Fremdkörper auszuscheiden, damit sie nicht in die Maschine geraten. Unter der Trommel befindet sich eine Verteilerschnecke, die den Zement in reichlicher Menge den unter ihr liegenden Waagen zufuhrt. Die Waagen sind Präzisionswaagen, die nach Gewicht und nicht nach Volumen arbeiten. Der Wiegebehälter ist so gross bemessen, dass Zement von jeder Dichte gewogen werden kann.

Die normale Fullung bei Zementsäcken ist 50 kg weshalb das in einer Waage befindliche Gegengewicht 50 kg schwer ist. Will man ausnahmsweise etwas leichtere oder auch schwerere Sacke verpacken, so braucht lediglich das Gegengewicht der Waage ausgewechselt werden, was sehr leicht und schnell geschehen kann. Die Waagen sind staubdicht eingeschlossen und sehr leicht zugängig. Sie haben, wie alle Präzisionswaagen zwei Fullperioden und zwar die des Haupt- und des Feinstromes.

Die Entleerung der Waage erfolgt durch eine untere Klappe. Der bedienende Arbeiter hat nicht den geringsten Einfluss auf die Waage, bevor nicht genau 50 kg in diese eingelaufen sind. Ferner gibt sie automatisch die Zahl der Füllungen an. Ein Vorrichtung wirft die Säcke nach dem Füllen automatisch ab, eine beträchtliche Erleichterung für den Arbeiter.

Die Waagen sind bezüglich Ihrer Ein-und Auslaufklappen so konstruiert, dass absolut kein Zement nachrieseln kann. Der abgewogene Zement fällt aus den Waagen in die unter ihnen befindlichen spitzen Trichter, an deren unterem Ende die Turbinen fest verschraubt sind. Der in den Trichtern herabstürzende Zement gelangt—wie Versuche gezeigt haben—fast schon allein durch sein Eigengewicht und die Fallgeschwindigkeit in die Säcke. Unterstützt wird der Füllvorgang durch die erwähnten Turbinen.

Da die Turbinen der Andreasmachine nur im Augenblicke des Füllens im Zement laufen und dem einzufüllenden Zement beim Eintritt in die Turbinen schon eine gewisse Geschwindigkeit inne wohnt, so ist es einleuchtend dass der Verschleiss nur ein geringer sein kann und ausserdem auch der Kraftbedarf ein geringer sein muss. An den Turbinen sitzen die Fülldüsen fest angeschraubt, so dass hier absolut kein Staub entweichen kann. Diese Trennung von Wiege- und Füllvorgang durch die Vermittlung der unter den Waagen angebrachten Trichter bringt den schon erwähnten erheblichen Vorteil, die Säcke rütteln zu können, ohne die Waagen zu beeinflussen. Die Düsen für Ventilfüllung sind leicht und schnell abzuschrauben und durch Mundstücke für offene Säcke zu ersetzen, sodass jede Art von Sack, ob Papier oder Jute, ob offen oder geschlossen, gefüllt werden kann. Der Sackstuhl kann durch einen Verstellmechanismus jeder Sacklänge und Sackart schnellstens angepasst werden.

Durch eine einfache Vorrichtung, die auf Wunsch angebracht wird, können auch die beim Flicken übersehenen, beschädigten Jutesäcke gefüllt werden, ohne dass eine nennenswerte Menge Zement aus dem Loch heraustritt, zumal der Fulldruck der Turbinen verhältnismässig gering ist. Der dabei entstehende geringe Staub wird sofort automatisch abgesaugt. Die Rüttelvorrichtung ist so eingerichtet, dass sie bei Verwendung langer Säcke, die nicht gerüttelt werden, einfach abgestellt wird.

Die Vierstutzenmaschine braucht nur einen Arbeiter zur Bedienung. Dieser sitzt vor der Maschine und seine ganze Tätigkeit besteht darin, die Ventilsäcke der Reihe nach auf die Düsen aufzustecken und durch leichtes Ziehen eines Hebels mit einer Hand die Waage über dem gerade aufgesteckten Sack zur Entleerung zu bringen. In dem gleichen Moment fällt an anderer Stelle ein gefüllter Sack automatisch herunter. Abb. 1 (Seite 578) zeigt die neue Sack-Packmaschine.

Wie bereits erwähnt, dient der Hebel lediglich zur Auslösung der gefüllten Waage, weshalb er ohne die geringste Kraftanstrengung bedient wird. Ausserdem ist er so angeordnet, dass der Arbeiter die Waage nicht eher zum Entleeren auslösen kann, bis diese exakt 50 kg d.h. die dem Gegengewicht entsprechende Menge Mehl abgewogen hat. Dadurch ist Vorsorge getroffen, dass der bedienende Arbeiter, wenn er im Accord arbeitet, nicht zu leichte Säcke abwirft. Die Waagen arbeiten so schnell, dass sie einen geschickten Arbeiter bei 900 Sack in der Stunde ohne weiteres nachkommen. Ein Bedienen mit Hand und Fuss, wie bei andern Maschinen, findet nicht statt.

Der Kraftbedarf der ganzen Maschine, d.h. Siebtrommel, Verteilerschnecke, vier Turbinen und vier Rüttelvorrichtungen beträgt nur 7 PS, so dass der Verschleiss des Mechanismus verhältnismässig klein ist, Die gesamte Antriebstransmission ist in der Maschine enthalten, daher geringe Anlagekosten.

Die Leistung wird mit 600 Sack pro Stunde mit einem Arbeiter garantiert; bei eingearbeiteten Arbeitern werden jedoch bis zu 900 Sack pro Stunde erzielt. Die garantierte Gewichtsgenauigkeit beträgt 200 gr plus und minus. Diese Zahl wird aber in Wirklichkeit wesentlich unterschritten.

Die genaue Arbeitsweise der Andreas-Maschine hat ihren Grund in der:—

(1) Trennung von Wiege- und Füllvorgang.
(2) Anwendung präziser Waagen.
(3) Zuführung einer reichlichen Zementmenge, zu den Waagen.
(4) Hervorragend exakten und sinnreichen Konstruktion der ganzen Maschine.

Der bei der Verteilerschnecke verursachte Überlauf kann von dem gleichen Becherwerk, das den Zement in das über der Maschine vorzusehende Vorsilo bringt, wieder in dieses zurückgeleitet werden, oder er kann, wenn es die Situation gestattet, in das Hauptsilo zurückgeführt werden. In diesem Falle erübrigt sich das Vorsilo.

Die Maschine ist auf alle Fälle, wie zweckmässig jede Maschine in der Zement-Industrie, an eine Entstaubung angeschlossen, obwohl der sich entwickelnde Staub, infolge der genauen und durchdachten Konstruktion, so gering ist, dass der bedienende Arbeiter auch ohne diese Vorrichtung kaum vom Staub belästigt wird.

Der entfallende Staub kann auch in ein Zementsilo oder irgend einen vorhandenen Entstaubungsfilter eingeblasen werden.

Die automatisch abgeworfenen Säcke fallen im allgemeinen auf ein unter ihnen liegendes Transportband, das sie zum Abwurftisch befördert. Dieser befindet sich möglichst in der Nähe der Verladestelle, sodass die Länge des Bandes von der Entfernung der Sackmaschine von der Verladestelle abhängt. Häufig wird gewünscht, dass das Band reversierbar angelegt wird, Dies ist unter Umständen für die Schnelligkeit des Verladens von grossem Vorteil.

Selbstverständlich ist es durchaus möglich, auch ohne ein derartiges Abwurfband zu arbeiten. In diesem Falle wird die Maschine möglichst nah an die Verladestelle gesetzt. Zwei Mann nehmen dann die Säcke von derselben ab, während der dritte die Karren zur Verladestelle fährt. Abb. 2 (Seite 579) zeigt zwei Sack-Packmaschinen in einem Zementwerke.

Die Maschine ist in ihrer Konstruktion ausserordentlich stabil gebaut, wie es für den Betrieb in einem Zementwerk erforderlich ist. Es sei noch darauf hingewiesen, dass die Vorrichtung des Rüttelns der Säcke, in allen Kulturstaaten zum Patent angemeldet ist.

Berichtigung.

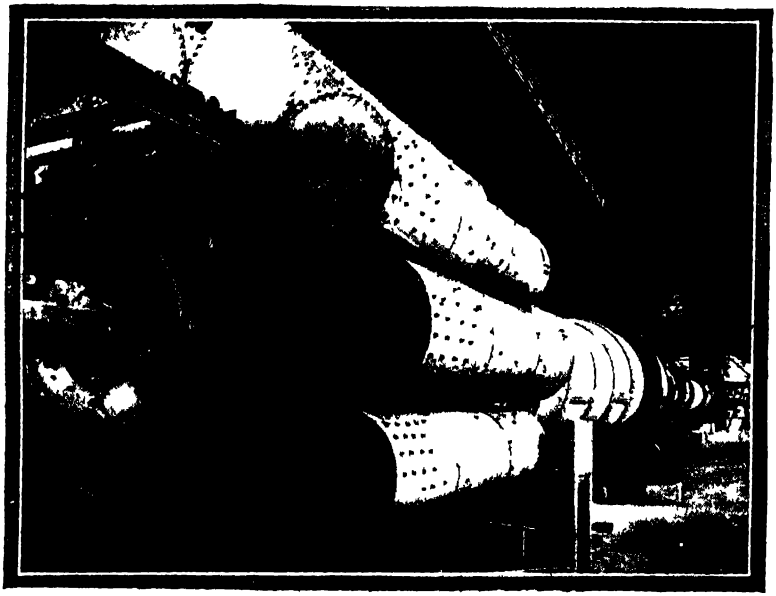
Auf Seite 165, Absatz 2 der Januar Nummer von CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE müssen die Worte „ eine Aenderung in dem Werte für das Verhältnis von Druck zu Zug " wie folgt heissen: „ eine Aenderung in dem Werte für das Verhältnis von Dehnung zu Spannung (Elastizitätskoeffizient)."

Das Wort „ Verteilung " auf Seite 170 muss „ Ableitung " heissen.

Umwandlung der Masse bei den Uebersetzungen.

Bei allen übersetzten Artikeln sind die Gewichts-und Masseinheiten angenähert in englische oder metrische Einheiten umgewandelt.

VICKERS-ARMSTRONGS LIMITED



El grabado reproduce uno de tres grandes hornos rotatorios "REFLEX" provisto de Recuperador patentado, fabricado por los Sres. Vickers-Armstrong, Ltd., de Barrow-in-Furness, Inglaterra. Este horno tiene una longitud total de 99.43 m., siendo el diámetro por encima de los cilindros del recuperador de 8.08 m.

Este tipo de horno hace que los cimientos y edificios puedan ser de una altura mínima, suministrando una economía de inversión de capital y una baja temperatura en los gases de salida, con reducido consumo de carbón.
Diríjanse todas las solicitudes a los Talleres de

BARROW-IN-FURNESS, INGLATERRA.

Oficinas :

VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1, INGLATERRA.

C E M E N T
AND
CEMENT MANUFACTURE
EL CEMENTO Y SU FABRICACIÓN.
SECCIÓN ESPAÑOLA.

Un asunto a estudiar.

Los que están en contacto íntimo con los problemas del ensayo y empleo del cemento ya saben que hay cualidades que no tienen aún cabida en las normas, pero que tienden a popularizar determinadas marcas de cemento. Hay algo, además de las propiedades de resistencia, estabilidad de volumen y fraguado; la misma rapidez del endurecimiento no es suficiente, si solamente se expresa por las resistencias a las 24 ó 48 horas. Es evidente que tales cualidades especiales, a que se debe aquella popularidad, son difíciles de definir; de otra manera estarían incluídas en las normas; son características que llaman la atención de distintos consumidores en distintas formas. Por ejemplo, se sabe que algunos cementos son menos afectados que otros por las arenas sucias; dos cementos pueden tener los mismos tiempos de fraguado e iguales resistencias en sus períodos iniciales, y al paso que uno fraguará y se endurecerá satisfactoriamente al mezclarlo con un agregado fangoso, el otro tardará varios días en endurecerse. Según la hipótesis que se admite para el mecanismo del fraguado y endurecimiento del cemento, será la cristalización o bien la desecación del gel la que resultara entorpecida en dicho caso, por la presencia de barro en el agregado.

No se explica la causa de esa diferencia existe entre los cementos; sin embargo, se ha comprobado que la adición de cloruro cálcico al hormigón es un medio de corrección del retraso del endurecimiento del endurecimiento al emplear agregados fangosos. No se puede afirmar taxativamente si la eficacia de este remedio procede de una alteración sufrida por el barro del agregado, tal como la destrucción de las formaciones coloides, o si es debida al efecto del cloruro cálcico sobre el cemento. En un folleto* publicado recientemente por la Estación de investigación sobre construcciones, Inglaterra, se demuestra, sin embargo, revisando cuanto se ha escrito acerca de la acción del cloruro cálcico sobre el hormigón, que los efectos sobre el tiempo de fraguado y sobre sus resistencias varían según las distintas marcas de cemento, según se ensayen en forma de pasta pura o en forma de mortero de arena normal. De ahí parece deducirse que el diferente modo de conducirse es inherente a los cementos.

Otra diferencia entre los cementos, no revelada por los ensayos normales,

* Informe especial No. 14 de investigación sobre construcciones Publicado por H.M. Stationery Office, Londres. Precio 9 peniques.

es la que acusan los cementos, según se fabriquen en horno rotatorio o en horno vertical. Los que intervinieron en la venta de cementos durante los primeros años de este siglo recordarán las dificultades originadas por las tentativas para substituir el cemento de horno vertical por el de horno rotatorio. Fué fácil demostrar que los cementos rotatorios eran superiores en resistencia, estabilidad de volumen y pureza, pero estas cualidades no compensaban, para determinados consumidores, ciertas cualidades del cemento de hornos verticales, que no podían ser definidas por los ensayos. Hay aún hoy día algunos constructores de pavimentos de hormigón y yeseros que afirman que los cementos de hace veinte o treinta años eran más adecuados para sus trabajos que los cementos de alta calidad de hoy día. La preferencia puede tener alguna relación con la finura de molturación, pero es más probable sea debida a la rapidez y grado de consistencia del mortero de cemento, que permite que, el acabado o pulimentado del pavimento o del enyesado se haga dentro de una misma jornada, y en forma bien satisfactoria. Indudablemente dichas diferencias existen, pero sus causas no son claras, en lo cual tenemos un nuevo tema de estudio.

El folleto de la Estación de investigación sobre construcciones arriba mencionado, es, ante todo, un resumen de cuanto se ha escrito sobre el uso del cloruro de calcio o de sodio, como protección de los morteros y hormigones contra las heladas. Como puede esperarse de una recopilación de bibliografía mundial, no hay unanimidad de opinión. Pero la información sobre el efecto de las adiciones de cloruro de calcio sobre la resistencia de los morteros u hormigones es muy interesante, a causa de los esfuerzos realizados en los Estados Unidos para persuadir a los consumidores de hormigón que por este medio puede obtenerse un hormigón de endurecimiento rápido, en lugar de recurrir al método más ortodoxo empleado en Europa, de utilizar cemento Portland de endurecimiento rápido. La tendencia más reciente en los Estados Unidos, sin embargo, parece ser hacia el empleo de cementos de endurecimiento rápido, conformándose, así, a la prática casi mundial de los fabricantes de cemento, de resistirse a recomendar para la producción de hormigón ninguna otra substancia fuera del cemento y los agregados.

El folleto ha sido publicado con objeto de resumir lo escrito sobre el asunto de su título, y suministrar así una contestación a los consultantes. No pueden considerarse los resultados de trabajos de investigadores tan bien conocidos, tales como Abrams, Graf y Platzmann, como una recomendación del empleo del cloruro cálcico como un " mejorador " de hormigones, porque se tropieza con varias incertidumbres, entre las cuales está el peligro de la presencia de impurezas, por ejemplo, cloruro de cal (polvos de gas), en el cloruro cálcico; la tendencia a la corrosión de la armadura, a no ser que el hormigón sea muy compacto; y la distinta manera de conducirse con diferentes marcas de cemento. Aunque existen pruebas de que el cloruro cálcico aumenta la resistencia del hormigón en muchos casos, la incertidumbre sobre su acción es tal, que si se debe evitar el peligro de un fracaso, es preciso hacer una serie completa de ensayos con los materiales que deban emplearse en las condiciones que probablemente concurrirán en la obra, antes de poder definir las condiciones de seguridad que se obtendrán con la adición del cloruro cálcico. Algunas de las ventajas relacionadas con el cloruro cálcico se atribuyen a su índole higroscópica, que hace que el hormigón que lo contiene retenga la humedad, disminuyendo así las tensiones de contracción que reducen la resistencia. Esta parte del beneficio del cloruro cálcico se obtendría, generalmente, en forma más económica, por la curación en ambiente húmedo. El folleto trata también del efecto de la sal común (cloruro sódico) como adición al hormigón, llegando a la conclusión de que tal agregación no es recomendable.

La fábrica de cemento más reciente de los Estados Unidos.

LA última fábrica de cemento terminada en los Estados Unidos es la de la Republic Portland Cement Company, de San Antonio, Texas. Esta fábrica se empezó en otoño de 1928, y se terminó y empezó a trabajar en Agosto de 1929; siendo un magnífico ejemplo de la práctica contemporánea de construcción y equipo de fábricas de cemento en los Estados Unidos. La casa Richard K. Meade & Company, de Baltimore, Md., (ingenieros especialistas en cemento) proyectó e inspeccionó la construcción de la fábrica.

La fábrica fué proyectada para una producción de 3,500 barriles de cemento por día (602 toneladas, por tener el barril americano 172 kilos), y ha llegado a producir más de 4,000 barriles por día (700 t.). Está situada a unos 8 kms. al norte de San Antonio. La piedra de yeso se obtiene de la Compañía Yesera de los Estados Unidos, siendo transportado desde las minas, situadas en Falfurias, Texas, a 320 kms. de distancia. El agua se obtiene de pozos profundos situados en la propiedad misma.

La fig. 1 (véase pág 541) es una vista de la fábrica desde el oeste y la fig. 2 (véase pág 543) es un plano del terreno, que reproduce la situación de los distintos locales, canteras, etc. La construcción es de carácter permanente y sólido. El hormigón armado se ha empleado, no solamente para la construcción de los edificios, sino también para los silos de los molinos y las vías de rodadura de las grúas, habiéndose prestado cuidadosa atención a las características arquitectónicas. Excepto la sala de hornos, todos los locales son de hormigón armado, con paneles de ladrillo de cemento, recubiertos de estuco de un color amarillento. La sala de hornos es de estructura de acero, con los lados casi enteramente abiertos, los tejados son de pizarra artificial ondulada.

Primeras materias y cantera.—Los terrenos de la propiedad abarcan unas 200 hectáreas. Las primeras materias consisten en una greda arcillosa, de carácter variable, desde una consistencia terrosa hasta un material compacto. De vez en cuando se encuentran lechos o lajas de caliza dura, pero generalmente el material es blando y de molturación relativamente fácil. El manto terroso encima de la greda es ligero, de un promedio de unos 60 a 90 cms. sobre la mayor parte del terreno. Desde el punto de vista geológico, el material pertenece a la greda de Austin, que es una de las formaciones inferiores de la Serie del Golfo, del período cretácico superior. La San Antonio Portland Cement Co., que también tiene una fábrica en San Antonio, emplea un material similar. La composición química de las primeras materias es la siguiente.

	Caliza	Caliza arcillosa	Arcilla calcárea.
	%	%	%
Sílice	8.25	15.96	34.20
Alúmina	3.06	4.67	9.48
Óxido de hierro	1.76	2.13	3.25
Carbonato cálcico	84.88	75.07	50.15
Carbonato magnésico	1.28	1.78	1.15

El material no se halla en forma de capas o lechos bien definidos, sino que va gradualmente desde los límites de la caliza casi pura hasta la arcilla calcárea de la índole arriba indicada. Parte del terreno de la propiedad está formado por material alto en cal; parte, de material bajo en cal; y parte de greda o marga; la composición de ésta es aproximadamente la conveniente para la cocción, y en la actualidad la actividad en las canteras está confinada casi enteramente a esta

sección. La pala trabaja de manera que el material obtenido, mediante la debida corrección de la pasta, produzca una mezcla adecuada para la cocción.

La cantera está actualmente situada al nordeste de la fábrica, consistiendo en una estrecha cortadura siguiendo un barranco, por cuyo fondo corrió en un tiempo un torrente. Éste fué desviado, y la cantera se ha abierto en su cauce. El frente actual tiene unos 6 m. por unos 150 m. En un extremo, la marga es rica en cal, mientras que en el otro es arcillosa, y trabajando a un tiempo en ambos extremos se obtiene una mezcla satisfactoria. El frente de cantera se está extendiendo hacia el este, en dirección de la parte alta del terreno, de modo que acabará por tener una altura de unos 12 a 15 m. Se proyecta mantener el piso a una elevación tal que la cantera sea de drenaje automático. En el momento presente no hay casi impurezas, y la piedra es suficientemente rica en cal para poder mezclar con ella el manto de tierras que la cubre. Se calcula que el yacimiento de greda es casi inextinguible; los sondeos realizados prueban que hay material cuando menos para 100 años.

La piedra requiere pocos barrenos. Los que hay que perforar se realizan mediante una perforadora Keystone "Joplin-Special," equipada con un motor de gasolina y ruedas de oruga. También hay una perforadora montada en un vagón Ingersoll-Rand, que ha resultado muy útil con este material.

La marga se carga mediante una pala eléctrica Marion, montada sobre ruedas de oruga, cuchara de 1.5 m³ y control Ward-Leonard. Esta pala funciona con corriente alterna. El equipo eléctrico consiste en un motor de caja de ardilla de 85 C.V., conectado directamente con tres generadores de corriente continua de 50, 15 y 15 k.w., respectivamente. Estos tres generadores hacen funcionar, respectivamente, los motores del mecanismo elevador (60 C.V.), del de giro (23 C.V.) y del de arrastre (23 C.V.). La pala va equipada también con un grupo motor-generador de 5.5 k.w., para la excitación, etc. La greda se carga en vagones volquetes laterales de 8 toneladas, fabricados por la Easton Car Company. Éstos son remolcados la corta distancia que los separa de la fábrica por una locomotora Plymouth de bencina, de 10 toneladas, que arrastra 6 vagones en las rampas allí existentes, del 0.8%.

La fig. 3 (véase pág. 544) reproduce la pala, locomotora y los vagones, y da una idea de la cantera en su estado actual. Las perforadoras Keystone e Ingersoll-Rand sobre vagón, se perciben más lejos. La pequeña pala reproducida en el grabado no forma parte del equipo regular de la fábrica, sino que se empleó para empezar a abrir la cantera.

Instalación trituradora.—La fig. 1 (véase pág. 541) es una vista de la fábrica desde el oeste. En primer término se ve la instalación de trituración. La fig. 2 (véase pág. 543) es un dibujo en planta. El tren de seis vagones es empujado a través de la sala de trituradoras, hasta que, el último vagón quede más allá de la tolva de la trituradora; luego se colocan los vagones en posición por medio de un arrastrador automático de vagones, situado en el centro de la vía. Éste consiste en una cadena, a la que se han fijado dos ganchos; la cadena trabaja sobre una guía sujeta a las traviesas. Cuando esta cadena funciona, el ramal superior se mueve en dirección a la trituradora. Los ganchos se cogen a un travesaño en el fondo del vagón, y este último es arrastrado, así, hasta quedar frente a la tolva de la trituradora, en cuyo momento la cadena se para. Los vagones, entonces, se vuelcan por la acción de un elevador Shepherd y de un brazo articulado con gancho, que se enlaza con una barra situada en la parte de atrás del vagón (fig. 4, véase pág. 544). Cuando los vagones están vacíos, son arrastrados por la cadena hasta la parte superior de una pendiente, al llegar a cuyo punto quedan sueltos, y corren por la acción de su peso hasta un desvío colector. La greda es volcada desde los vagones en una tolva provista de un

alimentador de bandejas de 1.08 m., Stephens-Adamson. Este aparato alimenta automáticamente la trituradora.

El material se reduce fácilmente hasta el tamaño adecuado para la alimentación de los molinos en una sola operación, realizada por un molino Dixie "Mogul" de martillos, equipado con placas trituradoras movibles. Estas, cuando están mojadas, impiden que el material se pegue a la trituradora. Se eligió esta trituradora por razón de su placa movible, que viene a surtir el efecto de un sólido transportador de bandejas. Los eslabones de articulación de las placas son muy sólidos, de acero al manganeso, y las placas se mueven lentamente hacia arriba, independientemente del árbol de martillos, bajo la acción de un pequeño motor de 5 C.V. La trituradora va accionada por un motor de 250 C.V.; el elevador de vagones, por un motor de 17 C.V.; y el alimentador de bandejas por un motor de velocidad variable de 15 C.V., mediante un reductor de engranaje James. El volcador de vagones, tractor de los mismos, las placas trituradoras, el alimentador de bandejas y la trituradora funcionan por medio de controls dispuestos de la manera que reproduce la Fig. 4 (véase pág. 544). La alimentación de la trituradora se vigila por medio de un amperímetro situado en el motor de la trituradora, que indica la sobrecarga, a cuya aparición el alimentador de bandejas debe ser parado o reducida su velocidad. Los vagones pueden también volcarse gradualmente y mantenerse en cualquier posición, como indica la Fig. 1 (véase pág. 511). Un hombre puede vigilar toda la maquinaria de la sala de trituradoras. Este sistema de control central fué proyectado por los ingenieros Richard K. Meade & Co. Hay una grúa de cabina de 10 toneladas, accionada a mano, que puede utilizarse en cualquier punto del local, para realizar las reparaciones necesarias en la trituradora. La vía de rodadura de la grúa puede verse en la pared izquierda del edificio, y en la planta baja se halla una serie de tres transformadores de 50 kVA (2,300/110 V), para la sala de trituradoras.

Almacenaje.—La piedra machacada se transporta desde el edificio de las trituradoras, bien al almacén, bien al local de molinos, mediante un transportador de correa, dispuesto en forma acanalada, de 80 cms. y de unos 120 m. aproximadamente entre las poleas extremas, que salva un desnivel de unos 22 m., con una pendiente de unos 16°. La correa tiene una capacidad de 250 t. por hora, con apoyos del tipo de tres rodillos y lubricación "alemite." Va accionada por un motor de caja de ardilla de 10 C.V., mediante un reductor de engranaje. La correa está provista de un volcador, impulsado automáticamente, que puede depositar la marga, bien en el almacén, bien en cualquiera de los silos de los molinos de crudo. El almacén está situado entre el molino y los enfriadores, en la forma reproducida en las Fig. 1 y 2 (véase págs. 511 y 513). Este almacén tiene 21.5 m. por 73 m. y 18.75 m. desde el suelo hasta el carril de la grúa. Éste descansa en una vía de hormigón armado, y sobre él corre la grúa movible. Esta última ha sido construída por Pawling y Harnischfeger, y tiene una luz de 21.50 m., una capacidad de 7.5 toneladas, y va equipada con una cuchara prensora Williams de 2.7 m³. La Fig. 5 (véase pág. 546) es una vista de conjunto del almacén, silos de los molinos y grúa.

El depósito está dividido en dos partes, destinadas al clinker y a la marga, respectivamente, por un tabique divisorio que puede verse en el grabado. Los silos que se ven debajo de la cuchara son los situados encima de los molinos; la cabina del operador de la grúa se halla en el extremo izquierdo de la viga de la grúa. El transportador de correa se halla detrás del carril de la grua, a la derecha. La grúa puede llevar el material directamente desde el depósito a los silos, o cambiar el material de sitio en el mismo depósito. Este puede contener material crudo para el suministro de doce días, y el clinker

producido en un mes. También hay un silo grande de hormigón para la piedra de yeso.

El uso del hormigón armado para la vía de rodadura de la grúa ha sido realizable gracias a la buena base suministrada por el suelo sobre el que se ha construído la fábrica. El almacén no tiene paredes lateral es de hormigón, sino que detrás de las columnas se ha puesto uno defensa de tierra, a fin de suministrar un muro de contención con el talud necesario.

Edificio de molinos.—El molino de crudo y el de clinker se hallan en el mismo edificio (a la izquierda del almacén en la Fig. 1, véase pág. 541). La molturación se realiza por cuatro molinos " Compeb " Allis-Chalmers. Son de tres compartimientos, teniendo el primero un diámetro de 2.40 m., y estando cargado con bolas de acero y recibiendo el material tal como sale de la trituradora Dixie; los otros compartimientos tienen un diámetro de 2.10 m., y van cargados de " concavex," elementos de molturación explotados por la Allis-Chalmers Co., que consisten en bolas, aplanadas unas, y excavadas otras, de 31 y 21 mm., respectivamente, en los compartimientos segundo y tercero. La longitud de todo el molino es de 12 m. El primer compartimiento tiene un tamiz exterior, por el que sale el material molido en dicho primer compartimiento. Una cuchara recoge el material molido, introduciéndolo en el segundo compartimiento. Cada molino va accionado por un motor General Electric super-sincrónico, de 800 C.V., 180 r.p.m. Éstos van conectados directamente con el árbol del piñón del molino, no requiriéndose embrague magnético entre el motor y el molino. (La fig. 6, véase pág. 546, reproduce los molinos y motores).

La alimentación de los molinos se realiza por medio de dos alimentadores de mesa para cada molino de crudo. Dos de los silos que alimentan los dos alimentadores de mesa exteriores de cada molino, están destinados a la marga alta en cal, y un tercer silo situado entre estos otros dos, está destinado a contener material bajo en cal, que va de este último silo a los dos alimentadores de mesa interiores. La dosificación de los dos materiales queda regulada por los alimentadores de mesa. De un modo similar, los molinos de clinker tienen tres silos, de los cuales el central se emplea para la piedra de yeso y los dos exteriores para el clinker. Como los molinos de crudo, cada molino de clinker tiene dos alimentadores. Los dos alimentadores exteriores se emplean para el clinker, y los dos interiores, que son más pequeños, para la piedra de yeso. Los dos alimentadores de los molinos del crudo van accionados, cada uno, por un motor de 5 C.V., corriente continua y velocidad variable. A cada uno de estos motores va conectado un pequeño generador, que indica, en el cuadro, las revoluciones, por minuto que da la mesa de alimentación. Los alimentadores de piedra de yeso y de clinker van enlazados por engranajes, y cada juego de dos alimentadores va accionado por un motor de 5 C.V., corriente continua y velocidad variable. La alimentación de los molinos puede regularse por medio de la velocidad del motor, bien ajustando los rascadores situados sobre la mesa, bien alzando o bajando el tubo de descarga de los silos.

Los molinos se ventilan a través de un sistema captador de polvo, instalado por la Northern Blower Company. Tiene una capacidad de unos 100 m^3 de aire, que pasan por cada uno de los dos ventiladores, que están accionados por motores de caja de ardilla de 20 C.V. El objeto del sistema es, en parte, la captación del polvo, pero también proporciona ventilación a los molinos, permitiendo que por ellos pase una fuerte corriente de aire, de modo que la temperatura resultante sea la adecuada para una molturación eficaz.

Equipo manipulador de la pasta.—La pasta, después de molida, cae directamente, desde los tamices situados al extremo del molino, en un depósito receptor. Este depósito va provisto de un agitador horizontal de cinta, accionado por un motor de caja de ardilla de 7,5 C.V. La pasta se impele con una bomba desde

este depósito hasta los silos de corrección; la bomba puede ser bien una Wilfley para arena o una batería de dos bombas de la misma índole, de 10 cm., accionadas por motores de 75 C.V. y 1,200 r.p.m. Estas bombas para arena son las hoy día usadas casi exclusivamente en América para la manipulación de la pasta. Después de comparar el sistema con el de elevación por aire, que se ha ensayado en distintas fábricas norte americanas, los ingenieros de los Estados Unidos prefieren la bomba para arena, como sistema más eficaz, porque requiere menos atención y reparaciones que la elevación por aire. La fig. 7 (véase pág. 548) reproduce el depósito receptor, las bombas y motores del molino de crudo.

Hay seis tanques de corrección, hechos de hormigón armado, de un diámetro de 6 m. por 9 m. de altura. Cada tanque está provisto de un agitador Meade, que consiste en un eje vertical, hueco en sus 180 cms. superiores, teniendo un cojinete de caucho duro. Cada eje va provisto de cinco brazos o paletas horizontales. El eje hueco conduce aire a un sistema de tuberías que se extiende hacia abajo, sostenido por los brazos del agitador. El contenido del silo es agitado por las paletas de los brazos, y también por las burbujas de aire que salen desde los extremos de los tubos. Los tubos están dispuestos de tal manera que describen círculos diferentes a medida que van girando, de forma que quedan agitados todos los puntos del tanque. Un carril de acero, que pende de un trozo de cadena hasta pocos centímetros de distancia del fondo, mantiene este último libre de material. La fig. 8 (véase pág. 549) reproduce el mecanismo accionador de los agitadores y también las tuberías de pasta y sus válvulas.

Hay cuatro depósitos de alimentación del horno, de un diámetro de 7.20 m. por 9 m. de altura, equipados con agitadores Meade. Se obtiene una composición correcta de la pasta mezclando dos o más tanques de corrección, conjuntamente, en los silos de alimentación del horno. Cuando un depósito de alimentación de un horno está lleno, se le inyecta aire en buena cantidad, para agitarlo bien. Después de haberse efectuado la mezcla, se reduce la dosis de aire, hasta que solamente unas burbujas, que aparezcan de vez en cuando, demuestren que continúa circulando por las tuberías.

Las bombas Wilfley no transportan la pasta bajo una altura de carga de 9 m.; por consiguiente, es preciso hacer pasar la pasta que viene de los tanques a un depósito, y desde éste, a las bombas. Hay un depósito para los tanques de alimentación del horno, y uno para los tanques de corrección; estos depósitos van también provistos de agitadores de cinta. Para el depósito de alimentación del horno, se usan dos bombas Wilfley de 10 cms., y dos bombas de 15 cms. para el depósito situado a continuación de los tanques de corrección, a fin de acelerar el transporte. Una bomba funciona, mientras la otra se mantiene de reserva, para cada depósito. Las tuberías de pasta están conectadas entre sí de tal modo, que la pasta puede mandarse desde cualquier depósito hasta cualquiera otro que se desee. Todas las tuberías de pasta van equipadas con válvulas Merco-Nordstrom. Estas son válvulas rectilíneas, lubricadas, que se usan generalmente en todas las tuberías de pasta de los Estados Unidos.

Hornos y enfriadores.—Hay dos hornos, de un diámetro de 3.35 m. por 76 m. de largo, con cuatro soportes. Tienen una capacidad calculada en 300 toneladas cada uno, pero se espera que puedan producir cuando menos 340 toneladas cada uno. Los hornos, con los depósitos de pasta en primer término, están reproducidos en la fig. 9 (véase pág. 549). Cada horno va alimentado por lo que se conoce con el nombre de un "Ferris wheel," que consiste en un disco, al cual se han sujetado cangilones elevadores ordinarios, que se sumergen en una caja de pasta, y la descargan en el alimentador del horno. Los hornos están revestidos en la zona de clinkerización con ladrillos aluminosos, y en el resto de su longitud con ladrillos de arcilla refractaria. Las cámaras de las chimeneas son de hormigón armado, aislado con ladrillos aislantes del calor entre el hormigón y el

revestimiento de ladrillo. Los hornos se calientan por medio de gas natural, que entra en la fábrica a una presión de 11 kgs. per cm², la cual se reduce a 26 g. por cm² en los mecheros, pasando por tres etapas, de 14 kgs. a 3.5 kgs.; de 3.5 kgs. a 850 g.; y de 850 g. a 26 g. por cm², respectivamente. Los reductores para las dos primeras etapas están situados, junto con los contadores, en dos casetas a unos 60 m. a un lado de la sala de hornos; el reductor para la tercera etapa se halla situado en la misma sala de hornos. Cada horno está equipado con dos mecheros de gas, Kirkwood, de 60 cms., suspendidos de una vagoneta, y conectados, tanto con las tuberías de aire como con las de gas, por tubos flexibles. Para el tubo de aire se emplea cuero lavado, y para el gas, tubo de goma de 10 cms. Estos tubos flexibles permiten inclinar los mecheros al ángulo más conveniente con la línea central del horno (fig. 10, véase pág. 550). En la chimenea de cada horno se han colocado pirómetros Leeds & Northrop e indicadores de tiro. El aire para los mecheros se suministra mediante un ventilador Buffalo de 2,30 m.

Los hornos son accionados por motores de corriente continua y velocidad variable, de 75 C.V., y los alimentadores de rueda "Ferris" por motores de corriente continua y velocidad variable, de 5 C.V. Los motores de los alimentadores y hornos están enclavados entre sí de modo que, cuando para el horno, también se para el alimentador. El ventilador Buffalo es accionado por un motor de caja de ardilla de 100 C.V., 900 r.p.m.

También se ha instalado un equipo auxiliar para quemar petróleo, en caso de que en algún momento resultase inadecuado el suministro de gas. Dicho equipo auxiliar consiste en mecheros de petróleo, proyectados por Meade, y en las bombas usuales para su alimentación. El aire se suministra a una presión de 140 gs. por cm², por medio de un grupo de turbo-compresor y motor General-Electric. Los mecheros de petróleo van montados en las aberturas de la caperuza usada para los de gas, después de haber desenchufado estos últimos.

Cada horno tiene una chimenea de hormigón armado, de 2.70 m. de diámetro por 60 m. de altura, conectada con el horno por un conducto de acero, con forro de ladrillos. Las chimeneas van provistas de registros de corredera, para control del tiro. En el momento presente, la energía se adquiere del exterior, pero se ha previsto la instalación de calderas de aprovechamiento de calor. Si éstas fuesen necesarias, las mismas chimeneas podrían utilizarse, desmontando el actual conducto de humos intermedio de acero, y realizando la conexión de otra manera.

Cada horno tiene un enfriador rotatorio de 3 m. de diámetro por 30 m. de largo, accionado por un motor de 50 C.V., 900 r.p.m. Los enfriadores descargan directamente en un pozo de clinker, situado en el depósito principal, pozo que puede contener la producción de clinker de 12 horas. El clinker se traslada desde este pozo, bien a los silos de los molinos, bien al punto que más convenga del depósito, por medio de una grúa con una cuchara.

Depósitos y edificio de envasado.—El depósito consta de 14 grandes silos, dos silos pequeños, y uno intermedio. Los silos grandes tienen un diámetro interior de 7.20 m. y los pequeños de 4.50 m. El silo intermedio tiene aproximadamente 4.50 m. por 10.50 m. La capacidad total de todo el almacén es de 26000 toneladas. La fig. 2 (véase pág. 543) muestra la disposición de estos silos. A través de ellos corren tres túneles, y todos los silos están provistos de fondos de vaciado automático Meade. Para llevar el cemento desde los silos a los elevadores que lo transportan a los silos situados encima de las envasadoras, se emplean transportadores de tornillo (uno por cada túnel). Hay dos de dichos elevadores, uno de los cuales es de reserva para cuando no funciona el otro. El edificio de envasado y los silos se ven en la fig. 11 (véase pág. 551).

El edificio de envasado está equipado con cuatro ensacadoras Bates de cuatro

tubos, habiéndose arreglado el conjunto para poder efectuar la carga en camiones o en vagones Un transportador de correa lleva los sacos llenos desde las ensacadoras hasta los vagones del ferrocarril Los sacos devueltos se reciben en una plataforma y van especiales Se suben por medio de un montacargas de plataforma (suministrado por la Otis Elevator Company) hasta el tercer piso del edificio de envasado, donde se abren los fondos y se llevan los sacos al limpiador El limpiador de sacos es de tipo continuo, entrando los sacos por un extremo y saliendo por el otro Es sencillamente, un tamiz inclinado de tela metálica, sobre el cual pasan los sacos El tamiz está provisto de volcadores que levantan los sacos y los dejan caer Una corriente de aire, que se descarga en un colector de polvo pasa a través del tamiz arrastrando el polvo y dejando limpios los sacos Estos últimos caen sobre una correa que se mueve lentamente, y se seleccionan a mano Un sistema de transportadores de tornillo arrastra el polvo del limpiador de los colectores de polvo y el que se desprende de las embaladoras, etc La rueda de limpieza de sacos ha sido fabricada por la Monarch Bag Company y el sistema de captación de polvo ha sido suministrado por la Northern Blower Company

Equipo eléctrico —La energía se recibe a 13,200 voltios, en forma de corriente trifásica de 60 períodos, transformándose primero a 2,300 voltios, por medio de tres transformadores exteriores de 3 750 K V A y distribuyéndose a dicho voltaje por los distintos departamentos de la fábrica Todos los motores grandes (de más de 100 C V) son de 2 200 voltios y los motores pequeños, de 440 voltios Grupos de tres transformadores, colocados en distintos puntos de la fábrica, reducen el voltaje para los motores más pequeños Los motores de velocidad variable son todos de corriente continua Para el alumbrado, hay tres convertidores de 37 5 K V A con batería de acumuladores y conmutador automático Hay dos grupos de motor generador para suministrar corriente continua para la excitación para los motores del horno, etc Hay de 75 a 80 motores en la fábrica representando un conjunto de 6 600 C V El consumo actual representa unos 105 kilowatios hora por tonelada de cemento

El cuadro de aparatos está situado detrás de la sala de molinos (fig 12, véase pág 553) Tiene 11 70 m de longitud con pupitres para las distintas secciones Los motores síncronicos se ponen en marcha desde este cuadro Los interruptores de aceite, desconectador general compensadores y transformadores, están en la parte baja

A fin de reducir al mínimo las puntas de carga, el cuadro está provisto de un limitador Edmoore de demanda, dispuesto de manera que, cuando la demanda crece hasta cierto punto, los compresores van siendo desconectados uno a uno Si esto no reduce la carga por debajo de la punta deseada, se desconecta uno de los molinos de crudo, y en último término, el otro

Casi todas las fábricas norte-americanas de cemento de hoy día emplean motores síncrónicos para el accionamiento de los molinos tubulares El tipo General-Electric de motor supersincronico, que se usa en esta fábrica, tiene un stator que gira al arrancar y está en fase con el rotor parado El stator está provisto de un freno de cinta, colocado a su alrededor Al aplicar este freno a la armadura del stator, todo el par de frenado se aplica para poner el rotor y el molino en marcha, mientras que el stator va disminuyendo su velocidad hasta pararse Estos motores se ponen en marcha desde el cuadro principal (Los molinos " Compeb " y los motores síncrónicos se ven la fig 6, (véase pág 516) Una grua-puente de 5 toneladas, accionada a mano, está situada encima de los motores, etc , como indica la fig 12 (véase pág 553)

Los hornos, enfriadores y maquinaria de molturación, fueron servidos por la Allis-Chalmers Mfg Co , de Milwaukee, Wis , E U América, y casi todo el equipo eléctrico por la General Electric Co.

Calderas de aprovechamiento de calor.

por A. C. DAVIS.

(DIRECTOR GERENTE DE FÁBRICAS DE LA ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LIMITED).

LA caldera de aprovechamiento de calor, en su aplicación a las fábricas de cemento, ha sido adoptada principalmente en los Estados Unidos de América, por emplearse allí más generalmente la vía seca, con su mayor cantidad de calor disponible en los gases del horno. Existen también instalaciones de esta índole en las fábricas por vía seca del Continente europeo.

La primera instalación de que se tiene noticia se realizó en 1902 en la fábrica de la Cayuga Lake Cement Company, pero esta instalación y varias otras de las primeras carecieron de éxito, a causa de las dificultades originadas por el polvo y la ausencia de ventiladores para suministrar el tiro adicional requerido. Parece que en 1915 se realizaron tres instalaciones con éxito, y en 1921 las calderas de aprovechamiento de calor empezaron a ser consideradas en los Estados Unidos como parte casi integrante de todo equipo de fábrica de cemento por la vía seca.

Los gases de un horno de vía seca rara vez salen a una temperatura inferior a 650° C, y en estas circunstancias el calor perdido es suficiente (o por lo menos lo era pocos años ha) para suministrar en muchos casos toda la fuerza requerida para la fabricación. Esta circunstancia depende de que las primeras materias no sean excesivamente duras y contengan muy poca humedad, de modo que el calor requerido para la desecación sea en cantidad moderada. En algunos casos, esta desecación puede hacerse con los gases de escape, después que han atravesado las calderas. En las condiciones de las instalaciones modernas no ocurre tan favorablemente, en primer lugar, a causa del empleo de hornos más largos, que dan un consumo de carbón inferior, y también por la necesidad de una molturación más fina, que requiere un consumo de energía mucho mayor.

Hay en los Estados Unidos de América varias fábricas relativamente modernas que trabajan por la vía húmeda, en las que las calderas de aprovechamiento de calor deben suministrar todo el vapor necesario, con turbo-generadores de alto rendimiento, y transmisión eléctrica de la energía por toda la fábrica, pero es muy de dudar que se obtenga dicho resultado sin consumir en el horno mayor cantidad de carbón de la necesaria para la producción de clinker según los métodos modernos más perfeccionados.

Todas las instalaciones para el aprovechamiento del calor perdido requieren un cuidado especial en el estudio y explotación de la fábrica, a causa de depender la producción de vapor enteramente del funcionamiento de los hornos. Es necesario disponer la instalación de modo que la carga sea regular, y de modo que los paros de los hornos (los menos posible, naturalmente) no impidan el mantenimiento de la máxima producción en las demás secciones. Generalmente, es conveniente tener una caldera con hogar de carbón, produciendo vapor al mismo tiempo, a fin de equilibrar la carga y llevar a cabo las operaciones esenciales durante los paros de los hornos.

Se ha discutido mucho sobre si es mejor el sistema unitario (un horno, una caldera) o el de un conducto que sirva de colector de todos los gases procedentes de los hornos y de distribuidor a las calderas. Esta última disposición, suministra, indudablemente, una flexibilidad mayor, pero es inevitable alguna pérdida adicional de calor, y en muchos casos el coste de los conductos y

conexiones necesarios y registros resulta ser excesivo con relación al de las calderas propiamente dichas. Estos conductos requireren un estudio cuidadoso, a fin de dar paso en forma adecuada a los gases calientes, y al mismo tiempo, reducir al mínimo las pérdidas de calor por las paredes del conducto. En la mayoría de las fábricas hay una envolvente exterior de acero, con una capa de ladrillos aislantes entre la misma y el forro de ladrillos refractarios.

En una fábrica visitada en 1921 se afirmaba que la pérdida de temperatura entre los hornos y las calderas era solamente de 11° C. En esta instalación, el conducto conectador, que era común para todos los hornos, estaba muy bien estudiado, y la pérdida de calor parecía ser extraordinariamente pequeña, resultado obtenible solamente con un estudio y construcción muy escrupulosos.

Cuando se adopta el sistema unitario, es deseable un conducto suplementario para mantener la continuidad del funcionamiento del horno, caso de tener que cerrarse la caldera. La omisión de este conducto suplementario ha causado en algunos casos molestias considerables; en cambio, cuando se dispone del mismo, el sistema unitario tiene muchas características que le recomiendan, a causa de su sencillez y consiguiente menor inversión de capital en la instalación, como también un mayor rendimiento, debido a la menor pérdida de calor en los conductos de enlace.

En los primeros tiempos de la caldera de aprovechamiento de calor parece que hubo tendencia a quemar una cantidad excesiva de carbón en el horno, para aumentar la producción de vapor. Hubo época en que se llegó, inclusive, en algunas fábricas, a regular el suministro de aire a los hornos, de modo que produjera hasta un 5% de protóxido de carbono en los gases. Con los hornos por vía seca, la temperatura en el extremo posterior era lo suficientemente alta para producir la combustión del protóxido de carbono cuando se admitía una cantidad adicional de aire entre el horno y la caldera, elevando además, de esta manera, la temperatura de los gases en dicho punto. En algunos casos estas prácticas resultaron probablemente necesarias, por emplearse todavía en ellos una instalación anticuada de generación de energía; pero al ser substituidas dichas instalaciones por turbinas modernas con menor consumo de vapor, se hicieron innecesarias.

El uso de una cantidad excesiva de carbón en el horno, a fin de producir vapor, es, naturalmente, desorientador por lo que respecta al consumo de carbón para la cocción solamente, pero no se sigue de ello necesariamente que esta práctica sea realmente derrochadora. Si el suministro de carbón alimentado en el horno se redujera, el vapor perdido de esta manera tendría que producirse en calderas con hogares separados. Ahora bien, se ha visto que en el horno rotatorio la combustión del carbón tiene lugar en las mejores condiciones, permitiendo al operador evitar la producción de protóxido de carbono, y usando al propio tiempo una mínima cantidad de aire. Una caldera ordinaria no se encuentra en condiciones tan favorables en este respecto. La combinación del horno rotatorio y caldera de aprovechamiento de calor podría, por lo tanto, considerarse que suministra las condiciones ideales para la combustión, con calderas situadas lejos del hogar y sujetas, por consiguiente, al mínimo deterioro posible. Cada caso tiene sus ventajas, y cuando se tiene en cuenta la cantidad total de combustible consumido, tanto para la cocción como para la producción de energía, se pueden presentar casos en que la combinación resulte conveniente, aun cuando se consuma en el horno una cantidad de carbón superior a la necesaria para la producción del clinker exclusivamente.

La cuestión del polvo requiere consideración especial; se suelen disponer chorros de vapor para separar el polvo de la superficie de calefacción, por lo

menos una vez al dia En algunos casos, se montaron primitivamente chorros fijos, pero dieron por resultado que, por chocar en determinados puntos, producian un desgaste localizado Son mas satisfactorias las lanzas o mangueras portátiles, y si para ellas se disponen las aberturas adecuadas, y se emplean las lanzas razonadamente, no habria que temer ninguna dificultad por la presencia del polvo

En Inglaterra, la caldera de aprovechamiento de calor no ha tenido una adopcion muy extensa, por muchas razones La principal de ellas, sin duda, es el uso casi universal de la via humeda para la fabricacion, la cual, a su vez, ha sido recomendada por la índole blanda y humeda de las primeras materias comunmente empleadas En algunas de las fábricas más antiguas, la disposicion de la instalacion hubiera hecho muy difícil la aplicacion del sistema, y no se podian obtener de el todas las ventajas, sin instalar al mismo tiempo generadores electricos y electromotores para el accionamiento de la maquinaria Tales instalaciones implican una inversion de capital muy elevada, que pudiera no producir un rendimiento adecuado

Con la temperatura a que se dejaban salir los gases hace algunos años, aun en los hornos por via humeda, las calderas de aprovechamiento de calor no constituian una proposicion despreciable, cuando las condiciones eran adecuadas, pero se han presentado otros factores En tanto que en la via seca, el calor que queda en los gases, despues de la disociacion del carbonato calcico, no puede utilizarse para ningun otro proceso, en la via humeda no hay limite teorico para la economia de combustible, hasta que la temperatura de los gases no se reduzca al punto de ebullicion del agua La utilizacion de este calor degradado en el horno, presenta ya dificultades, pero ademas, en los ultimos años se han realizado progresos notables, y actualmente es posible, en muchos casos, reducir la temperatura de los gases en el horno a una cifra tan baja como la que economicamente podria obtenerse en una caldera de aprovechamiento de calor

En la consideracion del coste relativo y ventajas de los dos metodos de utilizar el calor, quedan implicados muchos factores Sin embargo, la decision puede provenir de una razon ajena al orden tecnico, pero de importancia financiera considerable la adquisicion de energia exterior Hace muy pocos años, era imposible adquirir la energia a precios comparables al coste real de su produccion en fabrica, aun con instalaciones de un rendimiento moderado, pero con la aparicion de las centrales de fuerza y la transmision a larga distancia, tanto el coste de la energia entregada a la fabrica como la seguridad de suministro son tales, que los fabricantes pueden ahorrarse la gran inversion de capital implicada por las instalaciones de fuerza, y el trabajo de tenerlas en marcha

Las calderas instaladas para la recuperacion del calor perdido pueden ser de tubos de agua o de tubos de humo Las primeras fueron desarrolladas en grande escala en los Estados Unidos por la Edge Moor Co , y también por la Babcock & Wilcox Company En la fig 1 (pag 555) se reproduce una seccion de una caldera del tipo acuotubular, por la cual se advertirá que los tubos de la caldera estan desviados, para proporcionar cuatro pasos a los gases, asegurando, asi, una gran velocidad al pasar contra los tubos. En la fig. 2 (pág. 556) se representa una instalación típica de esta clase de calderas, para aplicación a la vía humeda, realizada en una fábrica instalada por la Dewey Portland Cement Company, cerca de Davenport, Iowa. En 1926 se instalaron dos hornos, de 3 35 m por 53 33 m., con una capacidad de 250 t. por día cada uno, instalándose otro en 1929 Cada uno de estos hornos está equipado con

una caldera Edge Moor de 900 C.V., de cuatro pasos, con economizadores, recalentadores y ventiladores. Se afirma que esta instalación suministra toda la energía necesaria para la fabricación, incluso para las palas eléctricas y las trituradoras de piedra. La fig. 2 reproduce las dos primeras calderas; la cámara de polvo puede verse entre el horno y la caldera. En este caso, el economizador queda colocado debajo del cuarto paso. A la derecha se ve un espacio reservado para la tercera caldera, que ha sido instalada posteriormente.

En la fábrica de la Marquette Company en Oglesby hay ocho calderas Edge Moor, de 1,000 C.V., con economizadores, recalentadores y ventiladores, para la producción de vapor por medio de los gases perdidos de los hornos; éstos producen 1,300 t. de cemento por día, habiéndose agregado una nueva instalación, compuesta de dos hornos de 3.35 m. por 61 m., que producen 800 toneladas al día. Los dos últimos hornos fueron equipados con tres calderas Edge Moor de 1,500 C.V., con economizadores, siendo suficientes dos de ellas para utilizar plenamente los gases de escape. Las once calderas de aprovechamiento de calor de estas dos fábricas, combinadas, se dice que son la única fuente disponible de vapor, para una instalación generadora que suministra toda la energía necesaria para la sección de minería y otras, así como para la fabricación propiamente dicha. La fig. 3 (pág. 557) reproduce la disposición de estas calderas, con las puertas abiertas, dando acceso a las tapas de los tubos, y la fig. 4 (pág. 558) reproduce los economizadores y ventiladores.

Para pequeñas instalaciones, la caldera de tubos de humo presenta algunas ventajas sobre le de tubos de agua, siendo la principal de ellas su coste notablemente más reducido, a causa del montaje más sencillo y de la ausencia de infiltración de aire alrededor de la superficie de calentamiento de la caldera En las grandes calderas, sin embargo, se presentan dificultades, a causa del espesor requerido para las cubiertas. La fig. 5 (pág. 559) reproduce una vista seccional de la caldera de tubos de humo instalada en una de las fábricas de la Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., en 1923, combinada con un pequeño horno (entonces en marcha) que producía de 3½ a 4 t. de clinker por hora, con pasta que contenía un 42% de humedad. La sencillez de la disposición es notable, y esta unidad relativamente pequeña resultó satisfactoria y económica. Durante la puesta en marcha, la humedad de los gases de los tubos se condensaba, mezclándose con el polvo, y formando pelotas de barro, pero se evitó esta dificultad llevando el agua de la caldera a una temperatura ligeramente superior a la de ebullición, por medio del vapor procedente de otras calderas, antes de que pasaran por los tubos los gases perdidos. Después de tomar esta precaución, no se tropezó con ninguna otra dificultad producida por el polvo, que era desalojado de los tubos periódicamente por chorros de vapor, arrastrados sobre una tubería oscilante, según reproduce la fig 5.

Con esta instalación se realizó una complicada serie de ensayos, durante un período de once semanas; con una temperatura media de unos 404° C. para los gases a la entrada del recalentador, el promedio de evaporación fué de 447 kg. de vapor por tonelada de clinker, a una presión de 9.14 kg. por cm², y a una temperatura de 251° C.

Lowford H. Fry investigó detalladamente las leyes de la transmisión de calor en estos tubos de humo, y los resultados de su investigación se hallan expuestos en un artículo leído ante la Sociedad norteamericana de ingenieros mecánicos, en diciembre de 1917. Los ensayos realizados en la caldera arriba descrita confirmaron plenamente la exactitud de la ley de Fry.

El horno rotatorio en la fabricación del cemento.—III.*

por W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

Descripción del ensayo de un horno rotatorio.

Nos proponemos, ahora, describir detalladamente un ensayo realizado por espacio de seis días en un horno rotatorio típico, para vía húmeda. En la fig. 17 (pág. 562), se ve un plano general de la instalación. El almacén de carbón es un mero cobertizo, con pavimento de hormigón. El carbón llega en vagones de ferrocarril, estando el nivel de las vías a unos 3 m. por encima del piso del almacén de carbón. Ordinariamente, no se pesa el carbón, sino que es acarreado en carretillas a la trituradora de rodillos de 23 cm. por 60 cm. No hay mecanismo de alimentación. Los rodillos están separados unos 32 mm., y sirven para triturar los trozos más grandes. El carbón se eleva y vierte directamente al secador sin mediación de ninguna tolva ni alimentador. El secador de carbón tiene un diámetro de 1.50 m. por 15 m. de largo. Se calienta por un hogar independiente.

Desde el secador, el carbón se eleva a una tolva de una tonelada de capacidad, situada encima del molino de bolas. Cada molino tubular está provisto de una pequeña tolva, de una capacidad de unos 115 kgs. tan sólo, habiéndose montado un dispositivo para enviar el material procedente del molino de bolas a cualquiera de dichos dos molinos. Al salir de los molinos tubulares, el carbón pulverizado es elevado a la tolva correspondiente, de un diámetro de 3.80 m, y de una capacidad de 20 t.

Desde la tolva, el carbón es conducido por un mecanismo de alimentación parecido al reproducido en la fig. 4. Los tornillos tienen cada uno un diámetro de 12 cm. por un paso de 5 cm., y la variación de velocidad es desde 100 a 150 r.p.m.

Horno rotatorio.—El horno tiene un diámetro de 2.60 m., y una longitud de 61.50 m., con una zona de clinkerización de un diámetro de 3.05 m. y de 12 m. de longitud. El forro de ladrillo refractario tiene un espesor de 20 cm. en la zona de clinkerización, seguida de 16.50 m. de forro de un espesor de 15 cm., y de 28 m. de forro de 11.5 cm. de espesor. El volumen, o cabida, dentro del forro, es de unos 264 m^3.

El horno tiene dos marchas, obtenidas mediante dos juegos de poleas, fija y loca; una marcha rápida de 0.95 r.p.m., una marcha lenta de 0.76 r.p.m. La inclinación del horno es del 4%.

No hay elevadores de pasta, pero hay 150 abrazaderas de fundición en los últimos 29 m. del horno. Estas abrazaderas tienen un ancho de 7.5 cm., y sobresalen 30 cm. de la superficie de los ladrillos refractarios. La superficie expuesta total es de solamente 7 m^2.

Enfriador rotatorio.—El enfriador tiene, en su mayor parte, un diámetro de 1.70 m. entre las planchas de la cubierta, y una longitud total de 20.50 m. Tiene un extremo ensanchado, de un diámetro de 2.15 y de 2.45 m. de longitud. La inclinación del enfriador es del 6%, su número de revoluciones, 3.16. Las disposiciones internas del enfriador se describirán más adelante, cuando tratemos de la radiación de la cubierta del enfriador. A causa de la configuración del terreno, el enfriador está colocado en ángulo recto con el horno.

Descarga del clinker.—La conexión entre el enfriador y el horno se ve en las

* Para las figs. 1-7, véase el número de enero.
Para las figs. 8-16, véase el número de marzo.

figs. 18 y 19 (pág. 564). Entre el extremo del enfriador y la pared hay un intersticio, a través del cual entra en el horno determinada cantidad de aire frío, y sale un 3 a 4% del clinker caliente, que se desparrama por el suelo.

En un principio, había un conducto de descarga de clinker, hecho de fundición y forrado de ladrillos refractarios, pero se quitó, y en su lugar se ha instalado la disposición reproducida en las figs. 18 y 19. El área mínima de la sección transversal del conducto de descarga del clinker es de 0.84 m².

Alimentador de pasta —Se ha dispuesto un alimentador rotatorio similar al reproducido en la fig. 3. El eje prolongado del alimentador se proyecta fuera del extremo del horno, y está accionado por una correa desde la cubierta del horno. El mechero del horno aumenta a veces la alimentación, si se coloca un bloque de madera en la tubería de rebosadero.

Boquilla de ignición del carbón.—Es una boquilla sencilla, con un orificio de 15 cms., que se interna unos 40 cm dentro del horno, a partir de su extremo.

Energía requerida.—El promedio de la energía consumida es de 33.0 C.V. para el horno, 8.0 C.V. para el enfriador, 4.0 C.V. para el ventilador del mechero de carbón.

Conductos de humos y chimenea —Saliendo del horno, los gases de salida pasan por una cámara de captación de polvo, de unos 130 m³ de capacidad, que retiene aproximadamente 0.45 toneladas de polvo en 21 horas. La chimenea tiene unos 90 m. de altura.

Hoja del ensayo del horno.—Refiriéndonos a la hoja del ensayo del horno, se verá que el período fué solamente de seis días, habiéndose hecho las lecturas todos los días a las 12. El carbón se pesaba en carretillas desde el almacén, sobre una máquina pesadora de plataforma, en partidas de 125 kgs., y luego era vertido en los rodillos de carbón.

Antes de empezar el ensayo, se hizo marchar el secador de carbón sin carga por espacio de una hora; se hizo marchar en vacío, y después de limpiarla, la tolva del molino de bolas; y el molino de bolas y refino tubular se pararon a plena carga, inmediatamente después de vaciar la tolva. La superficie superior del carbón en la gran tolva de carbón pulverizado fué nivelada, y medida la profundidad desde el nivel superior, a las 12, cuando se empezó el ensayo. Al final del ensayo, se volvieron a observar nuevamente todas las condiciones, de modo que la única correción que se tuvo que hacer a la cantidad de carbón pesado, fué la correspondiente a la diferencia de nivel en la tolva de carbón pulverizado, al principio y al final del ensayo.

Volviendo ahora nuevamente a la hoja del ensayo, la cifra efectiva del tiempo de marcha del horno, de la columna 2, la inscribe, en el primer caso, el calcinador. El calcinador, en cada turno de 8 horas, registró el tiempo que está parado el horno, y la razón de dicha parada. Un registrador de velocidad era accionado por uno de los ejes del mecanismo accionador del horno, registrándose en la hoja los paros del horno, y obteniendo así una cifra de contrastación del tiempo de funcionamiento del horno.

En la fig. 20 (pág. 565) se ve una hoja de muestra. Indica con toda claridad cuándo iba el horno a su marcha rápida y cuándo a la lenta, como también la duración de los paros. Se advertirá que, después de cada paro, el horno se colocaba a marcha lenta (pero con plena alimentación de carbón) durante un corto intervalo, a fin de calentarlo. Los paros del horno registrados cada tres horas (marcados con la letra B en la hoja) se hicieron al objeto de obtener la cantidad exacta vertida por los tornillos de alimentación de carbón, por cada 100 revoluciones. A este objeto, se dispuso un tubo de desviación, con válvula deflectora, de modo que el carbón que saliese de los tornillos de

HOJA DE ENSAYO DEL HORNO.

Diámetro del horno por el interior de la cubierta = 2 60 m. longitud = 61 60 m ***Zona de clinkerización*** 3 05 m de diametro por el interior de la cubierta, por 12 20 m de largo ***Sistema :*** tiro natural por chimenea

—	HORNO			PASTA			CARBON BRUTO			CARBÓN MOLIDO			CLINKER	GASES DE ESCAPE			TEMPERATURAS		
	El tiempo disponible para la fusión en minutos	El tiempo efectivo de la cocción en Minutos	Promedio de r p m del horno	% de agua	% de CaCO3 libre de materias volátiles	Residuo al tamiz de 4900 mallas por cm2	Cantidad pedida por el pesador (en kilos)	% de humedad que contiene en el secador	% de humedad que posee	Residuo al tamiz de 4900 mallas por cm2	Residuo al tamiz de 15 mallas por cm2	Valor calorífico en calorías por kg. seco	Toneladas por hora calculado seco	CO_2	O	CO	Clinker que sale del horno	Gases que salen del horno	En la base de la chimenea
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
De 12 h. 00 14 Jul a 12 h 00 15 Jul	1440	1305	0 91	44 3	77 1	7 0	52 70	1 90	1 10	10 0	0 31	7425	7 15	17 9	7 0	—	151	495	315
De 12 h. 00 15 Jul a 12 h 00 16 Jul	1440	1360	0 93	45 0	77 1	7 3	50 00	1 92	1 19	12 3	0 50	7570	7 05	21 1	4 5	—	143	492	313
De 12 h. 00 16 Jul a 12 h 00 17 Jul	1440	1354	0 91	45 0	76 7	6 7	49 00	1 87	1 11	8 6	0 24	7770	7 04	21 4	4 3	—	150	465	316
De 12 h 00 17 Jul a 12 h 00 18 Jul	1440	1319	0 91	44 7	76 6	6 3	40 50	1 80	0 95	8 6	0 21	7453	6 06	22 8	3 2	—	147	475	300
De 12 h. 00 18 Jul a 12 h. 00 19 Jul	1440	1330	0 90	44 7	76 5	6 4	45 00	1 82	1 08	7 4	0 47	7451	6 75	19 8	5 5	—	144	445	306
De 12 h 00 19 Jul a 12 h. 00 20 Jul.	1440	1325	0 91	44 2	76 5	6 5	33 60	1 73	0 88	7 2	0 46	7309	6 00	23 3	2 8		151	452	301
Promedios	—	— (horas) 1333	0 91	44 6	76 7	6 7	252 80	1 85	1 06	9 02	0 36	7500	6 97	21 1	4 5	—	147	472	310

alimentación pudiese ser vertido por espacio de un minuto en un saco, pesándolo después. Un contador registraba, mientras duraba el ensayo, el número de revoluciones dadas por los tornillos de alimentación del carbón.

De esta manera, se obtuvo una cifra para el peso aproximado del polvo de carbón descargado por 100 revoluciones de los tornillos de alimentación. Esta cifra, multiplicada por el número total de revoluciones dadas, debería dar el peso del carbón seco que entra en el horno. Haciendo las correcciones del caso, hubo una concordancia muy grande entre el peso del carbón, calculado de esta manera, y el peso del carbón bruto empleado, tal como lo daba el registro del pesaje. Sin embargo, no siempre se pudo obtener una concordancia tan grande. Los períodos durante los cuales el horno iba a marcha lenta, independientemente de los debidos al dispositivo de desviación del carbón, llevan en la hoja la letra H. Son relativamente poco numerosos, y probablemente hubieran sido menos todavía, si no hubiese sido por la interrupción del trabajo del horno, producida por los paros debidos a la desviación del carbón.

Las conclusiones generales sacadas de la hoja registradora son: que las velocidades del horno eran las adecuadas para la alimentación de pasta empleada, y que la alimentación de carbón y de pasta eran ambas uniformes durante su marcha. En algunas fábricas, un gráfico similar demostró que la velocidad del horno cambiaba dos o tres veces por hora, lo que indicó una irregularidad en la marcha, cuyo origen debía averiguarse.

Columna 3.—Un cuenta-revoluciones estaba accionado por un eje del aparato motor del horno, conociéndose la relación de las r.p.m. del eje a las del horno. Se leyeron las indicaciones de dicho contador diariamente a mediodía, y del número total de las revoluciones del horno en las 24 horas, y del tiempo efectivo de marcha, pudo obtenerse el número promedio de las r.p.m. del horno.

Los datos sobre la pasta, indicados en las columnas 1, 5 y 6, los daba el personal químico de la fábrica, ya que formaban parte de su trabajo cotidiano, que seguía haciéndose independientemente de que se ensayas en o no los hornos. Ya se ha descrito el método de obtener los datos de las columnas 7 a 12.

Columna 13.—El clinker que salía del enfriador caía en un pesador rotatorio del tipo indicado en la fig. 8. Lo vertido por cada compartimiento se comprobaba varias veces al día sobre una báscula de plataforma, y se vió que oscilaba entre 29.5 y 30.5 kgs. Al salir del pesador rotatorio, el clinker era elevado, resultando conveniente conducirlo en vagonetas de vía de 60 cm. Luego se volvía a pesar en un puente-báscula de plataforma, obteniéndose así el peso total de los seis días. Para el pesador rotatorio se comprobó que vertía por término medio 30 kgs. por compartimiento.

Columnas 14, 15 *y* 16.—El análisis de los gases de escape se realizaba mediante un aparato Orsat, a intervalos regulares durante el día.

Columnas 17, 18 *y* 19.—Se obtenía la temperatura del clinker que salía del enfriador, recogiendo la descarga en una caja de madera de 15 cm., e introduciendo un termómetro de mercurio. Se requiere mucho cuidado, pues de otra manera la temperatura registrada es demasiado baja. La temperatura de los gases de salida del horno se tomaba con un registrador de filamento único.

Las temperaturas en la base de la chimenea se observaban a intervalos regulares, por medio de un pirómetro e indicator portátil, y se calculó el promedio de todas las lecturas, a fin de obtener el resultado diario. En este caso, el conducto de enlace entre el horno y la chimenea era de longitud extraordinaria (88 m.), y se advertirá el descenso de temperatura que tenía lugar entre el extremo de salida del horno y la base de la chimenea, debido principalmente a la infiltración de aire frío.

(*Continuará.*)

Quejas sobre el cemento.—II.

por H. A. HOLT.

SE hizo una investigación sobre una queja de que unos dinteles de hormigón armado revocados con mortero de cemento habían dado mal resultado a causa de haberse desprendido el revoque. Al efectuar el análisis, se vió que el hormigon del dintel contenía un 14.5% de carbón, procedente del agregado de escorias, y que al mismo tiempo el revoque había sido aplicado en una sola capa y era tan pesado que en algunos sitios se había separado de su soporte. Este soporte había sufrido una expansión, por razón de la oxidación del carbón, y había destruído la poca adherencia que tenía el revoque.

Se investigó, también, otro fracaso semejante en el que se habían desprendido unos azulejos de un revestimiento. Se suponía que la causa de la avería estaba en el revestimiento. Pero vino a averiguarse que era debido a que el agregado del soporte contenía un 3% de carbón, que al dilatarse había desprendido el revestimiento, soltando los azulejos.

El efecto nocivo del carbón en un agregado se reduce en cierto grado si se hace suficientemente compacto el hormigón para eliminar aire y humedad, de modo que no se oxide fácilmente el carbón. El carbón se encuentra, naturalmente, casi exclusivamente en la escoria de cok y en los agregados de índole parecida que se usan para el hormigón ligero y poroso, que después se revoca con mortero. Depende de este mortero la prontitud con que los agentes oxidantes, o sean el aire y el agua, tengan acceso al soporte.

No es, sin embargo, recomendable, en ningún caso, utilizar agregados que contengan aunque sólo sean indicios de carbón fácilmente oxidable, puesto que los hormigones amasados con tales agregados tendrán probabilidades de sufrir expansión al fraguar. Si la expansión del fraguado se suprime, gracias a la rápida desecación del hormigón, probablemente dicha expansión tendrá lugar más tarde, cuando el hormigón se humedezca por la exposición a la intemperie u otras causas cualesquiera.

Lo mismo que sucede con el carbón, el efecto nocivo de los sulfuros de los agregados no es tan marcado cuando el hormigón es muy compacto e impermeable. Se ensayó un bordillo de acera de hormigón, moldeado previamente, que había estado en uso por mucho tiempo, y por lo que se refería a su resistencia e inexpansividad, se vió que era de superior calidad. Al analizar la escoria, se vió que contenía sulfuros muy por encima del limite considerado como seguro. Sin embargo, el bordillo había sido consolidado sobre un vibrador, y resultaba casi impermeable.

Una escoria básica cristalina, dura y bien clasificada, pero que contenía un 2.5% de azufre en forma de sulfuros, se amasó en cubos en la proporción de 4 : 1. Se ensayaron los cubos a los 7 días, y se compararon con cubos similares, hechos con arena buena y el mismo cemento. Los cubos de escoria solamente acusaron un 40% de la resistencia de los cubos de arena.

Los sulfuros se encuentran con frecuencia en los espatos, combinados en forma de sulfuro de zinc, que es una substancia muy nociva para el mortero. En cinco muestras de hormigón deficiente ensayadas, resultó que contenían zinc y azufre en forma de sulfuro, indudablemente combinados:

	Zinc.	Azufre de sulfuros
1er caso . .	5.26%	2.22%
2° ,, .	1.22%	4.36%
3er ,, .	5.98%	2.30%
4° ,, . .	2.94%	1.43%
5° ,, .	3.32%	1.63%

En todos los casos, cuando el hormigón ya tenía dos días, aún no había fraguado debidamente, pudiendo deshacerse fácilmente entre los dedos. Además, el hormigón en dicho período acusaba una dosis elevada de humedad no combinada. El endurecimiento subsiguiente resultó ser, en casi todos los casos, lento.

Otras sales de zinc, tales como el carbonato y el óxido de zinc, tienen efectos desastrosos sobre el hormigón.

El sulfuro de plomo también se halla en algunos espatos, y es casi tan inestable como el sulfuro de zinc. El hormigón queda afectado de distintas maneras, según sea el metal con el cual está combinado el azufre en forma de sulfuro, pero en casi todos los agregados que contienen azufre dicho azufre se combina con el hierro del cemento, formando sulfuro de hierro y produciendo, en primer término, un color verde, que luego se trueca en color rojizo de óxido en el hormigón.

Las escorias contienen frecuentemente sulfato de calcio, que junto con el aluminato cálcico del cemento, forman sulfo-aluminato cálcico, y dan por resultado la disgregación del hormigón.

No es práctica recomendable exponer a la intemperie los agregados que contienen sulfuros, ya que aunque algunos, tales como el sulfuro de magnesio (que es ligeramente soluble) puede eliminarse de esta manera, el sulfuro de calcio se convierte fácilmente en sulfato cálcico, dando el mismo resultado mencionado en el párrafo precedente.

Si se emplean agregados que contengan sulfuros para el hormigón armado, el resultado puede ser desastroso. El azufre se combina primero con el metal, formando sulfuro de hierro, y más tarde óxido de hierro. Entonces el hormigón se disgrega por expansión. Los sulfuros encontrados en las escorias y clinker son, generalmente, bastante estables, si no se hallan presentes en exceso.

El anhídrido sultúrico de los agregados es a veces la causa del mal resultado del hormigón, pues es equivalente a agregar un exceso de yeso al cemento. En el caso de un revoque que había sido aplicado a una obra de ladrillo, y que se había levantado y agrietado, se vió que eran los ladrillos los que contenían un exceso de anhídrido sulfúrico que, por estar en un ambiente húmedo, había dado lugar a que el mortero y el revoque de cemento se entumecieran y agrietaran.

Un caso interesante de mal resultado del hormigón, debido al anhídrido sulfúrico, lo suministró una queja de que el revestimiento de hormigón no armado de una carretera, que había sido construído dos años antes, había empezado a levantarse en determinados sitios, y en uno de ellos hasta 15 cms. Al efectuar el examen, se vió que el hormigón estaba agrietado y muy disgregado en algunos puntos. Los agregados eran grava y arena de río, que habían sido admitidos como satisfactorios, pero al analizar el mortero separado de la grava, se vió que existia una dosis de hasta un 6% de anhídrido sulfúrico. Este fué, naturalmente el causante de la avería, pero el problema estribaba en averiguar de dónde había venido. Se descubrió que el hormigón había sido extendido sobre un lecho de piedra mezclada con escoria. La escoria contenía azufre en forma de sulfuros y anhídrido sulfúrico, que habían sido posteriormente absorbidos por el hormigón en detrimento propio.

Algunos postes de hormigón, levantados en torno a la escombrera de una mina de carbón, se vió que se deterioraban al nivel del suelo. Los postes estaban sumergidos en agua procedente de un pequeño manantial que salía al pie de la escombrera. Al analizar el agua, se vió que contenía una dosis excesiva de sales, especialmente de sulfatos cálcico, magnésico y sódico. Estos habian reaccionado con el cemento y producido la corrosión.

A veces, el mal resultado obtenido es debido a que el que utiliza el hormigón no se hace cargo de las limitaciones a que se halla sujeto el hormigón. El ingeniero de obras que pide a un hormigón no protegido, o insuficientemente protegido, que resista a los ataques de los líquidos industriales, puede encontrarse ante situaciones difíciles. Se ha registrado un caso de dar mal resultado el pavimento de una fábrica, debido a la acumulación sobre el mismo de residuos de grasa. La grasa contenía una pequeña cantidad de ácidos grasos, que en sí mismos no representaban una cifra muy elevada, pero al cabo de un largo período, los ácidos habían aumentado, a medida que la grasa se hacía más rancia, hasta que acabaron por corroer la superficie del hormigón. Si se hubiera mantenido debidamente limpio el suelo, y no se hubiera consentido el amontonamiento de grasas, hubiera quedado reducida al mínimo la avería del pavimento. Y se hubiera podido reducir aún más, si desde un principio se hubiese tratado el suelo con tres buenas aplicaciones de solución de silicato de sodio.

Una carretera en la que se habían colocado postes de madera no se endureció satisfactoriamente. Se realizaron experimentos en el laboratorio, a fin de averiguar la causa de la avería. Se colocaron postes de madera sobre el hormigón desde las 24 horas de haber sido éste llevado allí hasta los 7 días, y en ningún caso se obtuvieron resultados desagradables. En cambio, cuando se colocaron los postes de madera sobre hormigón que apenas había fraguado, se vió que el hormigón absorbía la creosota de la madera, y aunque el cemento fraguaba, no alcanzaba casi ninguna resistencia.

El efecto pernicioso del azúcar sobre el cemento es bien conocido, pero tal vez ya no es tan conocido lo pequeño de la cantidad de azúcar necesaria para causar dicho efecto nocivo. Cierto pavimento de hormigón armado no se endureció, y no se podía encontrar la razón de dicha falta. Los agregados, la arena, y el cemento, eran de calidad superior (la arena había sido lavada), la mano de obra era intachable, y solamente por una investiguación casual se averiguó que la arena lavada había sido traída en sacos de azúcar. En cada saco había quedado una pequeña cantidad de azúcar, que se había disuelto en la arena húmeda, y así, inadvertidamente, había sido mezclado con el cemento, dando resultados desastrosos.

Los líquidos de las tenerías, puestos en contacto con el hormigón no protegido, casi siempre ocasionan averías, como lo hacen casi todas las soluciones ácidas. En dichos casos es preciso disponer un revestimiento o forro resistente a los ácidos, de modo que se impida todo contacto entre el ácido y el cemento. Una mezcla de pez y alquitrán constituye una capa adecuada, o mejor todavía lo hacen el asfalto o plomo resistentes a los ácidos.

Al analizar una muestra de hormigón defectuoso, dos de los puntos más difíciles de establecer satisfactoriamente son la consistencia a que se amasó el hormigón, y si luego fué debidamente curado. El aspecto suministrará, a menudo, la solución del primer problema, pero algunas veces ésto está sujeto a equivocaciones. Una alta cifra en el valor de la pérdida al fuego puede significar que se empleó un exceso de agua de amasado, pero también puede querer decir que se empleó demasiada poca agua en el amasado, dando por resultado un hormigón poroso. Puede deducirse una conclusión satisfactoria con respecto a la consistencia de la dosis de agua no combinada, pero se debe estar seguro de que no han intervenido otros agentes, que hayan podido retardar el fraguado, tales como las heladas, la materia orgánica, o el azúcar. Una reducida pérdida acompañada de baja dosis de humedad libre, indican una desecación rápida y forzada.

La experiencia ha probado que el uso de detritus y polvo en el agregado

dan frecuentemente como resultado la falta de endurecimiento del hormigón especialmente se advierte ésto en tiempo húmedo y cuando la temperatura e más bien baja. Se han realizado gran número de ensayos, pero todavía no s ha obtenido una explicación satisfactoria. Es probable que esta falta d consistencia sea debida a la gran cantidad de agua que debe añadirse al amasar para mojar las finas partículas de polvo, y también á la debilida del hormigón, producida por la imposibilidad en que se halla el cemento d "recubrir" dicho polvo. Si se separase el polvo y se lo reemplazara po arena, so obtendrían resultados satisfactorios.

El fracaso de algunos pilotes de hormigón al ser hincados suministró u caso interesante de distinta índole. Cuando se rompieron los pilote defectuosos y se examinaron, se encontraron en el hormigón manchas de u color verde brillante, especialmente allí donde las piedras habían sido separada del mortero. Esas manchas, al secarse expuestas al aire, se volvieron blancas La grava había sido extraída del lecho del río, y al secarla parecía bien limpia Al efectuar la investigación se descubrió que el depósito verde que se hallab en el hormigón consistía en algas, o vegetación acuática. Estas habían recubierto parte del agregado mientras estaba en el río y habían sid transferidas al hormigón. La película que rodeaba el agregado había impedid la debida cohesión con el cemento, cuya eficacia había quedado reducida po la materia orgánica. A estos factores agréguese una mala clasificación amasado y la presencia de carbón que había sido dragado con el agregado y ya no resulta inexplicable el fracaso.

La eflorescencia, real y falsa, es a menudo causa de quejas, especialmente en los trabajos con hormigón de color. Ejemplo típico de ello se obtuvo e una gran construcción de hormigón, sobre cuya superficie se había formad una eflorescencia que había deteriorado completamente el aspecto del edificio Se encontró que algunas porciones de la obra habían sido dejadas con u acabado bastante pobre, y el contratista había barnizado la superficie con lechada de cemento. Esto explicó la eflorescencia, porque el agua de la lechad de cemento se había cargado de cal disuelta; al secarse esta cal se había depositado sobre la superficie del hormigón, y en contacto con el dióxido d carbono del aire, se había convertido rápidamente en carbonato cálcico. Toda superficie de hormigón tiene una película de carbonato de cal, pero suele se tan delgada que no es perceptible, excepto en los casos en que el hormigón e poroso y el hidróxido cálcico de la masa del hormigón puede disolverse y salir luego a la superficie por la acción de la capilaridad.

Otra queja de eflorescencia demostró no ser debida más que a un depósito acumulado de sales del agua del mar, que se secaron sobre la superficie del hormigón.

Probablemente, la queja más notable de todas fué la presentada denominándola impropiamente eflorescencia. Los cimientos y muros de hormigón se construyeron aprovechando el intervalo entre mareas, la mezcla empezada tenía la dosificación de 4 : 2 : 1, y los agregados clasificados eran granito y arena. Se amasó bien el hormigón, colocándolo en condiciones de mucha humedad, por no funcionar bien la bomba. Cinco horas después, el agua del mar cubrió el hormigón hasta una profundidad de 1.80 m. Cuando al cabo de cuatro días se extrajo el agua por medio de bombas, apareció una especie de bosque de tubos blancos, que se proyectaban verticalmente de la masa del hormigón. Estos tubos eran finos, pero muy duros, de un diámetro aproximado de 5 mm., y ligeramente cónicos. Quedaban bastante diseminados, a razón de uno por dm^2, y eran de una altura media de unos 40 cm., aunque algunos llegaron a alcanzar 90 ó 120 cm. La explicación probable de este

fenómeno era que la sedimentación del agregado había expulsado una solución de cal fuera del hormigón, por los poros abiertos por el aire, y tan pronto como dicha solución de cal se ponía en contacto con la dura agua del mar, se precipitaba el carbonato de cal.

Esto continuó mientras el hormigón se conservó plástico, y los tubos de contra se ante cal continuaron creciendo. La precipitación solamente podía tener lugar en la parte exterior de la vena de solución de cal, por lo que el núcleo de dicha vena iba subiendo por dentro del tubo así formado. El movimiento ascensional de la solución de cal se debió, probablemente, al hecho de que su densidad era menor que la del agua del mar. Este fenómeno no hubiera tenido lugar en el agua dulce, porque la solución de cal hubiera tenido una densidad superior, y hubiera tendido a formar una incrustación o una " lechada " sobre la superficie del hormigón.

La industria del cemento portland en los Estados Unidos en 1929.

Por primera vez desde 1921, la producción y venta del cemento Portland en los Estados Unidos ha acusado una reducción con relación a los años anteriores. De las estadísticas del " Bureau of Mines " de los Estados Unidos, parece que la producción en 1929 alcanzó la cifra de 169,137,000 barriles; comparada con la de 175,968,000 barriles producidos en 1928, representa una reducción de 6,831,000 barriles, o sea un 3.9%. Las ventas en 1929 fueron, probablemente, de 169,647,000 barriles; comparadas con los 175,455,000 barriles vendidos en 1928, acusan una reducción de 5,808,000 barriles, o sea el 3.3%. Nueve fábricas nuevas y una instalación molturadora agregaron de 9,000,000 a 10,000,000 barriles a la capacidad productora de la industria en 1929, mientras que las mejoras y ampliaciones de las fábricas existentes añadieron probablemente de 3,000,000 a 4,000,000 barriles; al terminar el año, la capacidad de las fábricas existentes era de unos 257,000,000 barriles al año, acusando un aumento de 14,000,000 barriles, respecto de la de 1928. En el punto culminante de la producción del año, a sea en el mes de agosto, se empleó un 86% de la capacidad disponible.

Los precios decayeron durante el año, especialmente en su segundo semestre. El precio medio neto en fábrica en 1928 fué de $1.57 por barril. El descenso en 1929 llegó a ser, según informes recibidos, de hasta 25%, con un promedio de 10%. El valor de los 170,000,000 barriles vendidos en 1929 fué de aproximadamente $245,000,000, en lugar del de $276,000,000 para los 176,000,000 barriles vendidos en 1928.

La importación durante los primeros diez meses del año alcanzó la cifra de 1,546,974 barriles, contra 2,042,124 barriles, importados durante el mismo periodo en 1928. La importación total en 1928 fué de 2,284,085 barriles. El valor del cemento importado en los primeros diez meses del año vino a ser de $1.14 por barril, mientras que en 1928 fué de $1.33. Dos terceras partes del cemento Portland importado 1,058,000 barriles en los primeros diez meses del año, procedía de Bélgica. El valor promedio del cemento importado en Massachusetts fué de $1.38 por barril.

Desde el punto de vista mecánico, según manifiesta " Rock Products," el año 1929 acusó dos hechos notables: el gran interés que ha despertado y la

adopción en gran escala de la molturación en circuito [illegible] vía húmeda como para la seca, pero más especialmente para [illegible] empleo creciente de filtradores de pasta. Desde el punto de vista económico, buque especial para el transporte de cemento a granel es un progreso notabl El buque transportador de cemento a granel, con descarga automática, no un invento reciente, ya que en la región de los Grandes Lagos se [illegible] barcos de esta índole desde hace varios años, por parte de uno o dos fabricante El año 1929 marcó la invención de un nuevo tipo de buque transportado granel, que emplea una o dos cucharas prensoras en túneles para la remoción la carga, en lugar de los transportadores de correa. En la costa oriental en los ríos Mississippi y Ohio, al igual que en la región de los Grandes Lagos se han adoptado barcos y barcazas, de un tipo parecido, para el transporte granel. El efecto económico de estas mejoras de la industria ha conducido la construcción de centrales envasadoras en ciudades situadas a gran distanci de las fábricas, y ha proporcionado a varias fábricas, dotadas de embarcadero muchas de las ventajas de las fábricas emplazadas en el centro de los grande mercados consumidores, ya que pueden realizarse entregas directas por camió desde la central envasadora hasta donde el cliente desee.

Desde hace próximamente dos años, la Asociación del Cemento Portland h venido realizando investigaciones sobre la molturación en circuito cerrado, e colaboración con el " Bureau of Mines " de los Estados Unidos, en l Universidad de Minnesota, y trabajos de investigación sobre el tamaño de la partículas en el " Bureau of Standards " de los Estados Unidos. Si bien n se ha hecho público el resultado de estas investigaciones, exceptuando a lo socios de la Asociación del Cemento Portland, ya se conoce bastante sobr el asunto para predecir que casi constituyen una revolución. Mientras que l molturación húmeda en circuito cerrado había probado su eficacia y economía e la metalurgia, no ha ocurrido lo mismo en la molturación en circuito cerrad por vía seca. La aparición simultánea de ambos aspectos vuelve a dejar abiert el margen a la controversia sobre las vías seca y húmeda. La aplicació satisfactoria de ambas depende de la finura a que hay que moler para a mejo eficacia de la reacción química que tiene lugar en el horno rotatorio, cosa qu parece haber sido ya determinada, aunque puede variar algo, según lo materiales y las condiciones.

Durante los últimos años, con la demanda creciente de cemento de endure cimiento más rápido, y la consiguiente más cuidadosa dosificación d las primeras materias, la vía húmeda ha gozado de mucho de mayor popularidad Además de la preparación más precisa y el más fácil control, la mayor economí de la molturación por vía húmeda da a ésta ventajas innegables. La fábric Ford, que trabaja por vía húmeda, usando filtros de pasta y métodes adecuado de aprovechamiento del calor, redujo el consumo mensual de carbón a u promedio de menos de 20 kg por 100 kg de producción, con carbón de 7,80 calorías.

Se dice ahora que el uso de separadores de aire en circuito cerrado, en lo molinos de crudo por vía seca, y el control preciso del tamaño de las partícula separadas, han modificado la mutua posición de ambos procesos. Algunas d las fábricas de vía seca más antiguas, que parecían casi tener que retirarse po caducas, han logrado resultados notables en la mejora de calidad del producto y en el aumento de capacidad, tanto de las máquinas molturadoras como de lo hornos. Los separadores por aire, especialmente al extremo de acabado, n son, en manera alguna, cosa nueva en la industria del cemento, pero el tipo actual y la adaptación de los mismos son nuevos. En opinión de algunos de

los más expertos fabricantes de la industria del cemento, esta nueva molturación por vía seca en circuito cerrado, y el empleo de partículas de crudo del tamaño adecuado al producto que se desee, con métodos modernos de homogeneización por vía seca, va a hacer posible el trabajo en muchas de las fábricas más antiguas por vía seca.

La Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales está proyectando ahora la revisión del Pliego de Condiciones del cemento Portland, modificando las prescripciones de resistencia mínima a la tracción, aumentándola desde 15.8 kg por cm² hasta 19.3 kg. por cm². Se ha designado un sub-comité especial para estudiar la cuestión de la limitación de la dosis de cal, por el uso de la relación molecular de la cal a la sílice, alúmina y hierro. El comité está preparando nuevos proyectos de especificaciones para el cemento Portland de endurecimiento rápido; en lugar de las actuales prescripciones de 2% para el anhídrido sulfúrico, se propone elevar esta cifra a 2.5%; además, se propone que la resistencia mínima a la tracción a un día sea de 19.3 kg por cm², y la resistencia a los tres días, de 26.36 kg por cm².

Nueva máquina para llenar sacos.

Cuantos tienen que manejar materias pulverizadas, tales como el cemento, el carbón, el yeso, etc., saben que cuando las mismas se vierten dentro de un envase, al principio ocupan un volumen mayor que el que tienen después de algún tiempo de conservación. Esto es debido a que el aire arrastrado junto con el polvo forma huecos entre las partículas. Mientras el material se conserva almacenado, este aire va escapándose lentamente, y el polvo va asentándose y ocupa un espacio menor. La casa Andreas Maschinen-Gesellschaft m.b.H. ha lanzado ahora al mercado una máquina, cuyo accionamiento está basado en este hecho, afirmándose que es la primera máquina de llenado automático y pesaje de precisión que agita o mueve los sacos mientras se llenan, haciendo posible así el uso de un saco más corto.

El movimiento del saco reduce el volumen del cemento, y con ello el saco puede tener de 5 a 10 cm. menos de largo del corriente, según la mayor o menor densidad del cemento. La objeción que pudiera presentarse de que los sacos reventarán más fácilmente parece haber quedado contradicha por la experiencia; la economía debida al uso de sacos más cortos puede alcanzar, aún en una fábrica de cemento de moderada producción, la cifra de £80 por mes. La cantidad en que puede reducirse la longitud de los sacos depende de la densidad de cada cemento, y se determina mejor por la experiencia, una vez instalada la máquina. La longitud se ajusta de manera que quede algún margen, y de modo que en el cemento asentado quede aún alguna cantidad de aire. Se nos afirma que los sacos Andreas cortos, rellenados asentando el material, hán sido expedidos desde numerosas fábricas europeas en largos viajes transatlánticos, sin que se haya presentado ninguna reclamación por averías ocurridas.

La siguiente descripción de la máquina Andreas llenadora de sacos de válvula explica su funcionamiento. El polvo de cemento se transporta desde el silo a un tamiz rotatorio provisto de una tela metálica de alambre de acero fuerte.

El tamiz es alimentado por un elemento que trabaja de... lo que reduce el desgaste del tamiz y hace que el ... rápidamente tamizado. El objeto de este tamiz es separar ... cuerpos extraños, de modo que no pasen a la máquina. Debajo ... un tornillo distribuidor, que envía abundante cantidad de polvo ... a la máquina pesadora situada debajo. La máquina pesadora ... que se emplea, trabaja por el peso y no por el volumen. Las dimensiones del recipiente son tales, que puede manipularse cemento de cualquier densidad.

El relleno normal del saco de cemento es de 50 kg, y el contrapeso normal de la máquina representa esta cantidad. Sin embargo, algunas veces, se necesita llenar sacos con una cantidad de cemento algo mayor o menor, por lo que la máquina está dispuesta de modo que el contrapeso pueda cambiarse con facilidad y rapidez. La máquina pesadora está encerrada en una caja o recipiente hermético, que impide entre el polvo, y trabaja con gran facilidad. Como todas las máquinas pesadoras de precisión, hace la carga primero por un alimentador principal, y luego por otro auxiliar para afinar mejor el peso.

La máquina se descarga por una válvula inferior; el operario no puede intervenir en el funcionamiento de esta válvula hasta que la carga ha sido pesada con precisión. El número de pesadas se registra automáticamente. Los sacos llenos se sacan automáticamente, lo que facilita en gran manera el trabajo del encargado. Las válvulas de admisión y descarga de la máquina pesadora están construídas de manera que no pueda pasar cemento por ellas cuando están cerradas. Una vez pesada la carga de cemento, cae desde la máquina en un embudo situado debajo, al extremo inferior del cual está rígidamente atornillada la turbina. Los experimentos demuestran que la cantidad de movimiento del cemento proyectado en el embudo es casi suficiente para hacerle pasar al saco. La operación de llenado, sin embargo, es auxiliada por la turbina.

Como las turbinas de la máquina Andreas tan sólo trabajan mientras se están llenando los sacos, y el cemento que entra en la turbina posee ya una cantidad de movimiento bastante elevada, es evidente que el desgaste y consumo de energía serán forzosamente pequeños. La boquilla de llenado está firmemente atornillada a la turbina, de modo que ninguna cantidad de polvo pueda escapar por su unión. A causa de la separación de los procesos de pesaje y llenado, por medio del embudo, situado debajo de la máquina pesadora, pueden imprimirse sacudidas a los sacos sin afectar el funcionamiento de la máquina pesadora. Las boquillas para llenar los sacos de válvula pueden ser fácil y rápidamente destornilladas y substituídas por embocaduras para llenar sacos abiertos. De esta manera puede trabajarse con toda clase de sacos, sean de papel o yute, abiertos o cerrados. El soporte sobre el cual se colocan los sacos durante el llenado puede adaptarse fácilmente a cualquier longitud o tipo de saco.

De vez en cuando se llevan para llenar sacos de yute rotos, que por descuido no han sido remendados. La máquina está, al efecto, provista de un pequeño dispositivo, que puede ponerse en marcha a voluntad, para evitar pérdidas sensibles de cemento por los agujeros de dichos sacos. La pequeña cantidad de polvo vertida de esta manera queda, en seguida, automáticamente aspirada. Tal dispositivo funciona bien gracias a que las turbinas trabajan a presión relativamente baja. El mecanismo sacudidor está instalado de tal manera que puede ser fácilmente parado, cuando sea necesario llenar sacos más largos, en los que no haga falta asentar el cemento.

CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

PUBLISHED 20TH OF EACH MONTH. PRICE 2/- A COPY ANNUAL SUBSCRIPTION 24s. POST FREE.

PUBLISHED BY CONCRETE PUBLICATIONS LTD., 20, DARTMOUTH STREET, LONDON, S.W.1.

TELEPHONE: VICTORIA 4581.

TELEGRAPHIC ADDRESS CONCRETIUS, PARL, LONDON.

PUBLISHERS OF
"CONCRETE & CONSTRUCTIONAL ENGINEERING"
"CONCRETE BUILDING & CONCRETE PRODUCTS"
"CEMENT & CEMENT MANUFACTURE"
"THE CONCRETE YEAR BOOK"
"CONCRETE SERIES" BOOKS, ETC.

INDEX TO ADVERTISERS.

BEZUGSQUELLEN.

RÉPERTOIRE des ANNONCES.

DIRECTORIO COMERCIAL.

Allen, Edgar, & Co., Ltd. ... vii
Alley & Maclellan, Ltd. ... —
Andreas Engineering & Construction Co., Ltd. ... xlii
Avery, W. & T., Ltd. ... xxxii

Babcock & Wilcox, Ltd. ... xxxviii
Bagshawe & Co., Ltd. ...
Bailey, Sir W. H., & Co., Ltd. xl
Bates International Bag Co. ... xxii
Beldam Packing & Rubber Co., Ltd. xv
Boudard, H. —
British & Foreign Machinery Co., Ltd. xxxiii
British Rema Manufacturing Co., Ltd. xxix
Brown, David, & Sons (Hudd.), Ltd. —
Brown, John, & Co., Ltd. ... xlviii
Bruce Peebles & Co., Ltd. ... v

Cambrian Wagon Co., Ltd. ... —
Candlot xxx
Chemisches Laboratorium für Tonindustrie xix
Citroen Gears, Ltd. —
Colthrop Board and Paper Mills, Ltd. xxxv
Concrete Engineering Co., Ltd. —
Constantin, E. xxxiv
Crompton Parkinson, Ltd. ... —
Curtis, A. L. —

Davidson & Co., Ltd. 707
Davison, Charles, & Co., Ltd. —
Dawson, James, & Son, Ltd. ... —
Denison & Sons, Ltd. xxiii
Diamond Lubricating Co., Ltd. xxi
Dixie Machinery Manufacturing Co., Ltd. xxxiii

Ewart Chain Belt Co., Ltd. ... xvi

Fellner & Ziegler xlvii
Fraser & Chalmers Engineering Works —
Fuller Company xxxiv

General Electric Co., Ltd. ... —
General Refractories Co., Inc. xiii
Glover, W. T., & Co., Ltd. ... xxviii
Goss, G. P., & Co. xxxiv

Haver & Boecker xv
Head, Wrightson & Co., Ltd. —
Helipebs, Ltd. xviii
Hepburn Conveyor Co., Ltd. xxv
Hudson, Robert, Ltd. xxxii

Industrial Driers, Ltd. ... —

Kraft Sacks, Ltd. xxxiii
Kordt & Rosch A.-G. xxxi
Krupp Grusonwerk xx

Le Boutillier, John, Ltd. ... xii
Lewis & Tylor, Ltd. xxxvi
Librawerk, M.B.H. —
Locker, Thos., & Co., Ltd. ... —
Luth & Rosen, Ltd. —

Meade, Richard K., & Co. ... xl
"Miag" Mühlenbau und Industrie, A.-G. ... xxvi & xxvii
Mining & Industrial Equipment, Ltd. —

Newell, Ernest, & Co., Ltd. Front Cover

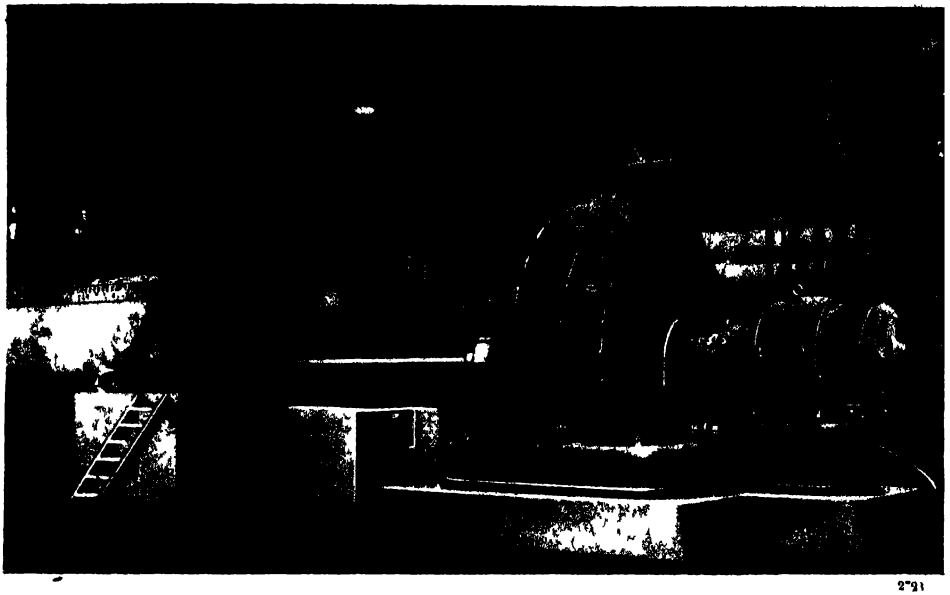
Paper Sacks, Ltd. xxii
Pfeiffer, Gebr., A.G. xiv
Platt, S., Ltd. —
Polysius, G. xli
Power Plant Co., Ltd. ... ix
Richter, Oscar —
Rolland, John, & Co. xx
Ruston-Bucyrus, Ltd. xxxix

Salter, G., & Co., Ltd. ... —
Sargeant, E. F. —
Schmitt, F. E. xli
Seck Machinery Co., Ltd. xxvi & xxvii
Smidth, F. L., & Co., Ltd. ... ii, iii
Société des T.M. Engins Broyeurs —
Stein, John G., & Co., Ltd. ... xvii
Sullivan Machinery Co., Ltd. —

Taylor, J. Darnley, & Co. ... xlvii

Vereinigte Stahlwerke, A.-G. xxiv
Vickers-Armstrongs, Ltd. x, xi & 774
Visco Engineering Co., Ltd. ... xl

Wallwork, Henry, & Co., Ltd. —



2721

Synchronous Induction Motors For Cement Works

The illustration shows two 600-B.H.P. Synchronous Induction Motors driving Unidan Mills at the works of the Canada Cement Co., who have installed over 5,000 B.H.P. of Peebles Electrical Machinery.

These motors serve the dual purpose of giving mechanical power and improvement of the power factor of the electrical system at one and the same time. This additional feature regarding power factor correction enables the Cement Works' electrical plant to be operated with a higher degree of economy than could otherwise be obtained.

Write for Leaflet No. 171—Synchronous Induction Motors.

PEEBLES

Bruce Peebles & Co., Ltd., Engineers, Edinburgh.

CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE

Trades Directory.

Firmenregister. Répertoire des Adresses. Directorio Clasificados.

AIR SEPARATORS
Séparateurs à air
Windsichter
Separadores de aire
Andreas G m b H
Boudard, H
Davidson & Co Ltd
Visco Engineering Co, Ltd

BAGS & SACKS (Paper)
Papier-und Stoffsäcke
Sacs en papier
Sacos
Bates International Bag Co
Colthrop Board & Paper Mills, Ltd
Kraft Sacks Ltd
Paper Sacks, Ltd

BELTING
Treibriemen
Courroies
Correas
Beldam Packing & Rubber Co Ltd
Dawson, Jno & Son, Ltd
Lewis & Tylor, Ltd
Reddaway F & Co, Ltd

BOILERS
Kessel
Chaudières
Calderas
Babcock & Wilcox, Ltd

BUCKETS (Elevator and Conveyor)
Becher für Elevatoren und Transporteure
Godets pour élévateurs
Cangilones (en los elevadores y transportadores)
Bigshawe & Co, Ltd

CABLEWAYS
Seilbahnen
Transporteurs aériens
Cables Vías de cable
British Ropeway Engineering Co, Ltd

CASTINGS
Gehäuse
Moulages d'acier
Piezas de fundicíon
Brown, John & Co, Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Vickers Armstrongs, Ltd

CLUTCHES
Kupplungen
Embrayages
Embragues
Broadbent Thomas, & Son, Ltd
Power Plant Co, Ltd

CONTROLLERS (Electric)
Elektrische Schaltanlagen
Combinateurs electriques
Controles o reguladores (eléctricos)
Ellison, George

CONVEYORS & ELEVATORS
Transporteure und Elevatoren
Transporteurs et Elevateurs
Transportadores y elevadores
Andreas, G m b H
Bigshawe & Co Ltd
Boudard H
Candlot Ch I
Constantin I
Ewart Chain Belt Co Ltd
Fraser & Chalmers Engineering Works
Hepburn Conveyor Co Ltd
Lewis & Tylor, Ltd
Polysius G, A G

CRANES
Krane
Grues
Grúas
Babcock & Wilcox Ltd
Broadbent, Thomas & Sons Ltd
Vickers Armstrongs Ltd

CRUSHERS
Brecher
Broyeurs et Cribles
Trituradoras
Allen, Edgar, & Co, Ltd
Andreas G m b H
British & Foreign Machinery Co
British Rema Manufacturing Co, Ltd
Dixie Machinery Manufacturing Co
Johnson, Wm & Sons (Leeds), Ltd
Mining & Industrial Equipment, Ltd
Vickers Armstrongs Ltd
Boudard H
Candlot Ch-F
Krupp Grusonwerk A G
Mag Muhlenbau und Industrie A-G
Smidth, F L, & Co, Ltd
Pfeiffer Gebr
Polysius, G, Ltd

DRAGLINE EXCAVATORS
Bagger mit Leitseil
Excavateurs à câbles
Excavadoras o dragas de cable
Sargent, F F

DRILLS, ROCK
Gesteinsbohrer
Perforatrices
Taladros, perforadoras o barrenadoras para roca
Sullivan Machinery Co, Ltd

Continued on page viii.

DUST COLLECTING PLANT
Staubabscheidungssysteme
Collecteurs de poussières
Sistemas de captacíon de polvo
Andreas G m b H
Boudard H
Davidson & Co, Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd
Polysius, G, A G
Schmitt F J
Visco Engineering Co Ltd

ELECTRIC CABLES AND WIRE
Elektrische Kabel und Drähte
Câbles électriques
Cables y alambres eléctricos
Glover, W T, & Co, Ltd

ENGINES (HEAVY OIL)
Kraft-Maschinen Stationäre (Rohöl - Verbrennungs-Motore)
Moteurs à huile lourde
Motores (aceite pesado)
Ruston & Hornsby, Ltd
Vickers Armstrongs, Ltd

EXCAVATING MACHINERY
Löffelbagger
Excavateurs
Maquinaria excavadora
Ruston-Bucyrus, Ltd
Smidth F L, & Co, Ltd

FANS
Ventilatoren
Ventilateurs
Ventiladores
Davidson & Co, Ltd
General Electric Co, Ltd.

GEARS (HELICAL)
Schraubenräder
Engrenages hélicoïdaux
Mecanismo o engranaje (helicoidal)
Brown David & Sons, Ltd.
Luth & Rosen, Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Platt, Samuel, Ltd
Power Plant Co, Ltd
Société Anonyme Des Engranages Citroen
Willwork, H, & Co, Ltd.

Complete Cement Plants designed and erected.



TYRE CARRYING ROLLERS, AND RETAINING GEAR FOR ROTARY KILN.

EDGAR ALLEN & CO. Ltd.,
Imperial Steel Works,
SHEFFIELD.

Trades Directory.—(*Continued from page vi*).

Firmenregister. Répertoire des Adresses. Directorio Clasificados.

GRINDING BALLS
Mahlkugeln
Boulets en acier pour broyeurs
Bolas molturadoras
Broyeurs Société des Etablissements Lagins
Helpebs Ltd
Kordt & Rosch, A G
Vereinigte Stahlwerk A G

HOISTING MACHINERY
Aufzüge
Appareils de levage
Elevadores
Fraser & Chalmers Engineering Works
General Electric Co Ltd
Ruston & Hornsby Ltd
Vickers Armstrongs, Ltd
Sullivan Machinery Co Ltd

KILN LININGS
Ofenfutter
Produits réfractaires
Forro o revestimiento del horno
Curtis, A L
Davidson Charles & Co Ltd
General Refractories Co
Goss, G P, & Co
Stein, J G, & Co Ltd

KILNS AND COOLERS (Rotary)
Drehöfen und Kühler
Fours rotatifs
Hornos y enfriadores (rotatorios)
Allen Edgar & Co, Ltd
Andreas G m b H
Boudard, H
Fellner & Ziegler
Head, Wrightson & Co, Ltd
Johnson, Wm, & Sons Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Newell, Ernest & Co Ltd
Mitg Muhlenbau und Industrie A G
Polysius, G A G
Smidth, F L, & Co Ltd
Vickers Armstrongs, Ltd
Candlot, Ch L

KILNS (SHAFT)
Schachtöfen
Fours Verticaux
Hornos (verticales)
Andreas G m b H
Boudard, H
Candlot, Ch L
Krupp Grusonwerk A G

LUBRICANTS
Schmiermittel
Lubrifiants et huiles
Lubrificantes
Dimond Lubricating Co Ltd

PUMPS (CEMENT)
Zementpumpen
Pompes pour pâte à ciment
Bombas para cemento
Constantin, E

MILLS, GRINDING
Mühlen
Broyeurs
Molinos
Allen, Edgar & Co, Ltd
Andreas G m b H
Boudard, H
Fellner & Ziegler
Head, Wrightson & Co, Ltd
Johnson, Wm, & Sons Ltd
Krupp Grusonwerk A G
Newell, Ernest & Co Ltd
Mitg Muhlenbau und Industrie A G
Pfeiffer, Gebr, A G
Polysius, G A G
Smidth, F L, & Co Ltd
Vickers Armstrongs, Ltd
Candlot Ch L

MOTORS AND GENERATORS (Electric)
Elektrische Motore und Generatoren
Générateurs et Moteurs Electriques
Motores y generadores (eléctricos)
Bruce Peebles & Co Ltd
Crompton Parkinson, Ltd
General Electric Co Ltd

PACKING MACHINERY
Packmaschinen
Ensacheuses automatiques
Maquinaria de envasado
Andreas G m b H
Bates Internationl Bag Co
Haver & Boecker
Lubaworke m b H
Peter Scks Ltd
Polysius G A G

PACKINGS
Packungen
Garnitures de presse-étoupes
Envases
Belting P king & Rubber Co Ltd

PULVERIZERS
Mahlmaschinen
Broyeurs à charbon et coke
Pulverizadores
Poulard H
British Remi Manufacturing Co Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd
Johnson, Wm & Sons (Leeds) Ltd
Pfeiffer Gebr

RAILWAY EQUIPMENT
Bahnmaterial
Equipo ferroviario
Hudson, Robert Ltd

REFRACTORIES
Feuerfeste Materialien
Produits réfractaires
Refractarios
Curtis, A L
Davidson, Charles & Co, Ltd
General Refractories Co
Goss, G P, & Co
Stein, J G, & Co, Ltd

SAND (Cement Testing)
Sand zur Zementprüfung
Sable pour essais de ciment
Arena (ensayos del cemento)
Curtis A L

SCREENS
Siebe
Tamis
Tamices
Locker Thomas & Co Ltd
Mining & Industrial Equipment Ltd

SLURRY MIXERS
Schlammmischer
Malaxeurs
Mezcladores de pasta, amasadoras
Andreas G m b H
Newell Ernest & Co Ltd

TESTING MACHINES & APPARATUS
Prüfmaschinen und Apparate
Machines à essayer
Aparatos de ensayos
Avery W & T Ltd
Bailey Sir W H & Co Ltd
Macklow Smith A
Richter Oscar A
Salter G & Co, Ltd
Chemisches Laboratorium für Tonindustrie

VALVES
Ventile
Vannes
Válvulas
Alley & MacLellan Ltd

WASTE HEAT BOILERS
Abhitzekessel
Chaudières (à chaleur perdue)
Calderas de aprovechamiento de calor perdido
Babcock & Wilcox, Ltd
Candlot, Ch L

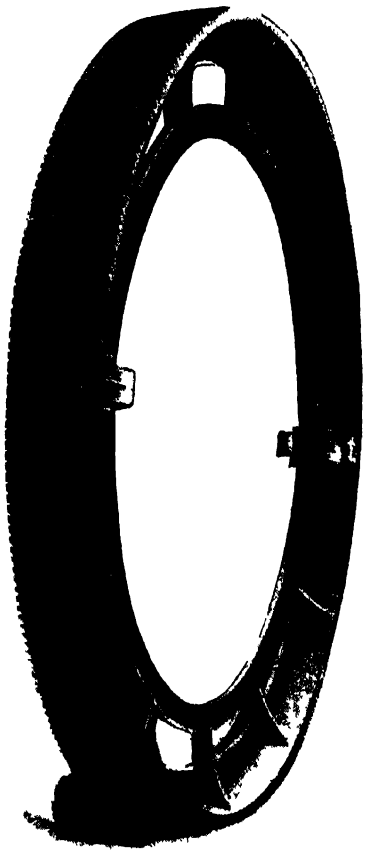
WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM
System zur Wiedergewinnung von Abwärme
Récupération des chaleurs perdues
Sistema de recuperacíon de calor perdido
Industrial Driers, Ltd

WEIGHERS
Waagen
Bascules automatiques
Pesadores
Avery, W & T.
Boudard, H
Denison, Saml., & Sons, Ltd.
Polysius, G, A G

GEARING

Complete gear installations for cement mills.

Enclosed speed reduction and tube mill gears accurately generated on specially designed machines.



Installations complètes d'engrenages pour cimenteries. Engrenages de fabrique réducteurs de vitesse et à tube enfermés, engendrés avec précision dans des machines spécialement étudiées.

KompletteGetriebe Einrichtungen fur Zementwerke. Gekapselte Geschwindigkeits- und Rohrmühlen-Getriebe, erzeugt mit besonders konstruierten Maschinen.

Instalaciones completas de engranajes para fábricas de cemento. Engranajes encerrados de reducción de velocidad y para molinos de tubo, exactamente engendrados en máquinàs de tipo especial.

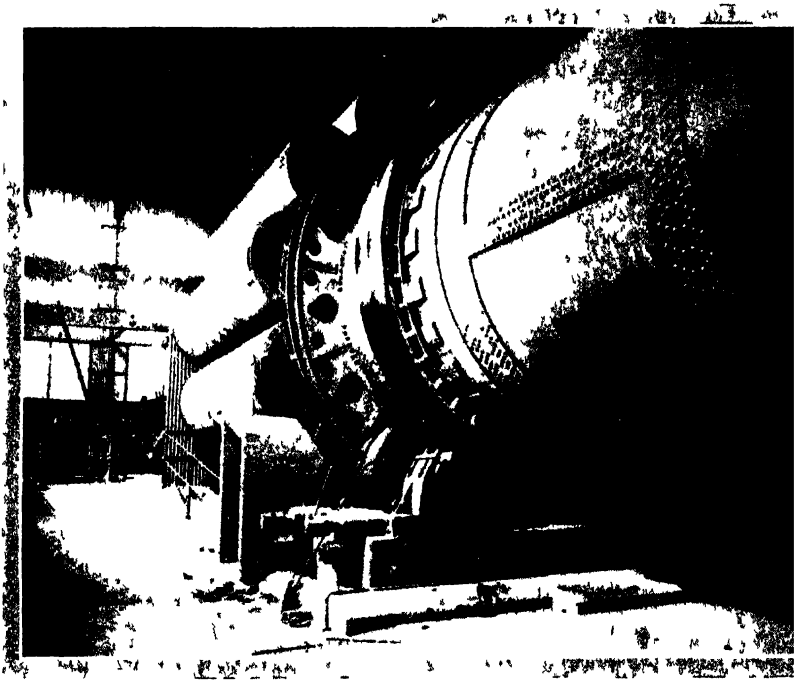
The POWER PLANT CO., LTD.

WEST DRAYTON, MIDDLESEX, ENGLAND.

TELEPHONE YILWSLEY 71 (3 lines) TELEGRAMS ROC WEST DRAYTON

VICKERS -

CEMENT MAKING MACHINERY



ROTARY KILNS, BALL MILLS, TUBE MILLS, DRYERS, CRUSHERS, CRUSHING ROLLS, MIXERS, AGITATORS, ETC.

All Enquiries to Works:

BARROW - IN - FURNESS.

ARMSTRONGS LIMITED

The illustration shows one of three large Rotary Reflex Kilns fitted with Patent Recuperator, manufactured by Messrs. Vickers-Armstrongs, Ltd., Barrow-in-Furness. This Kiln has a total length of 326 ft., the diameter over the Recuperator Cylinders being 26 ft. 6 in.

This type of Kiln ensures the foundations and Buildings being of the minimum height, resulting in a saving in initial capital expenditure and a low exit gas temperature with low coal consumption.

Die Abbildung stellt einen von drei grossen Reflex-Drehöfen mit patentierter Wärmewiedergewinnung, der von der Firma Vickers-Armstrongs, Ltd., Barrow-in-Furness, hergestellt ist, dar. Dieser Ofen besitzt eine Gesamtlänge von 99,4 m, während der Durchmesser bei den Wärmewiedergewinnungsrohren 8,07 m beträgt. Diese Ofenart gewährleistet, dass Fundamente und Gebäude von minimalster Höhe sind, wodurch eine Ersparnis an anfänglicher Kapitalsanlage und niedrige Abgastemperatur mit geringem Kohlenverbrauch erzielt werden.

L'illustration montre un des trois grands Fours Rotatifs à Réflexion, équipé avec un récupérateur breveté, fabriqué par VICKERS-ARMSTRONGS Ltd, BARROW-in-FURNESS. Ce four a une longueur totale de 99m 33 le diamètre mesuré extérieurement aux cylindres récupérateurs étant de 8m.

Avec ce type de Four on est certain d'avoir des fondations et des bâtiments de hauteur minimum, d'où résulte une économie sur la dépense de première mise. On a aussi une moindre dépense de gaz et une plus faible consommation de charbon.

Tous renseignements sur les Usines

BARROW-in-FURNESS.

Siège Social

VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1.

El grabado reproduce uno de tres grandes hornos rotatorios "REFLEX" provisto de Recuperador patentado, fabricado por los Sres. Vickers-Armstrong, Ltd., de Barrow-in-Furness, Inglaterra. Este horno tiene una longitud total de 99.43 m., siendo el diámetro por encima de los cilindros del recuperador de 8.08 m.

Este tipo de horno hace que los cimientos y edificios puedan ser de una altura mínima, suministrando una economía de inversión de capital y una baja temperatura en los gases de salida, con reducido consumo de carbon.
Diríjanse todas las solicitudes a los Talleres de

BARROW-in-FURNESS.

Oficinas:

VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1, INGLATERRA.

Head Office:

VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1.

IMPORTANT TO

CEMENT MANUFACTURERS.

IT WILL PAY YOU TO USE

GREFCO



The genuine High Temperature Cement, free from Sodium Silicate or other active fluxes.

Materially increases the life of your refractory brickwork.

SPECIAL APPLICATIONS:

Laying up and backing nose ring blocks.
Laying up kiln hood bricks.
Laying up bricks in clinker chutes.
Laying up bricks in dryer furnaces.
Hot spot patching.

JOHN LE BOUTILLIER, LTD.,
13, ROOD LANE,
LONDON, E.C.3.



Hot Zone Lining Records like these with ARCOFRAX Brick

These are just a few instances of how ARCOFRAX High Alumina Brick have made actual money savings for many prominent cement plants throughout the world—by materially increasing the life of hot zone linings of rotary kilns. These folders give interesting details in actual figures. Send for copies and see for yourself the savings possible.

●

La garniture de la zone chaude se comporte toujours ainsi avec l'emploi des briques ARCOFRAX.

On n'a reproduit ici que quelques exemples des économies réalisées par l'emploi des briques ARCOFRAX, riches en alumine, dans de nombreuses cimenteries de premier ordre répandues dans le monde entier, par l'augmentation effective de la durée de la garniture de la zone chaude des fours rotatifs. Nos dépliants donnent d'intéressants détails à ce sujet, avec données numériques à l'appui. Demandez en quelques exemplaires, et rendez-vous compte des économies que vous pourriez réaliser.

●

Die Auskleidung der heissen Zone mit ARCOFRAX-Steinen ergibt folgendes :

Dieses sind nur einige wenige Beispiele, wie die hochtonerdehaltigen Arcofrax-Steine vielen hervorragenden Zementfabriken in der ganzen Welt dadurch Geld gespart haben, dass die Lebensdauer der Auskleidung der heissen Zone von Drehofen erheblich gesteigert wurde. Diese Pläne liefern interessante Einzelheiten über tatsächliche Zahlenergebnisse. Verlangen Sie Nachdrucke und überzeugen Sie sich von den für Sie selbst in Frage kommenden Ersparnissen.

●

Rendimientos por el estilo con revestimientos de arcilla ARCOFRAX.

Hé aqui tan sólo unas pocas pruebas de los ahorros que muchas fábricas de cemento han efectuado empleando arcilla ARCOFRAX de alta proporción de alumina—aumentando considerablemente la duración de los revestimientos de la zona de caldeo de hornos giratorios. Estos folletos proporcionan pormenores interesantes dando las cifras efectivas. Pida Vd. algunos ejemplares y se haga cuenta de lo que es posible ahorrar.

GENERAL REFRACTORIES CO.,
106, South 16th Street,
PHILADELPHIA, PA., U.S.A.

PFEIFFER'S Air Separators

GIVE FULL GUARANTEES FOR

(1) Highest Capacities.

(2) Impalpable Fineness (up to 16,900 meshes per sq. centimetre).

(3) Smallest Power Consumption — only ball bearings are used.

(4) Perfect elimination of coarse particles in the fine flour.

(5) Easy adjustment of fineness during operation.

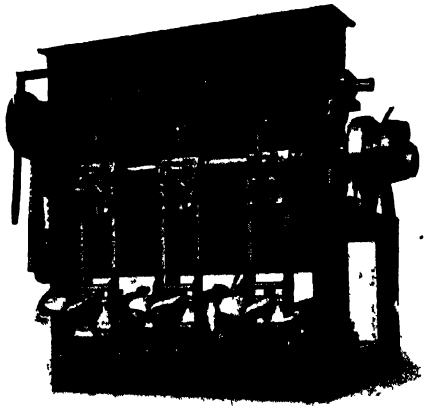


MANY THOUSANDS OF AIR SEPARATORS ARE AT WORK IN ALL PARTS OF THE WORLD.

GEBR. PFEIFFER

BARBAROSSAWERKE A.-G.,
KAISERSLAUTERN (GERMANY).

Haver & Boecker Packmaschinen



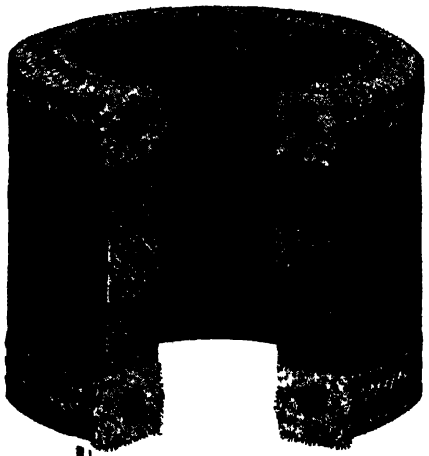
für automatische Ventilsack-Packereien
etwa 50 Neu-und Nachbestellungen in den letzten Monaten.

Automatic Packing Machines
for Valve Bags. About 50 additional orders within the last few months.

Ensacheuses automatiques
pour sacs a ventil. Environ 50 commandes supplémentaires dans les derniers mois.

Maquinas para empaquetar
para instalaciones automaticas de sacos de valvula. Approx 50 nuevos pedidos en los ultimos meses.

Oelde 13 Westf.
DEUTSCHLAND.

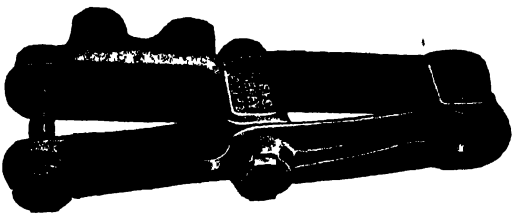


"PYTHON"
(Combination)
Packing
for
Slurry Pumps.

THE **Beldam** PACKING & RUBBER CO., LTD.,
Estd. 1876.
Head Office : 16, Gracechurch Street,
Tel. No. Mansion House 4771 (5 lines) LONDON, E.C.3. *Teleg & Cables* "Veepilot, London."
Branches and Agents throughout the World.

EWART'S CHAINS

CONVEYING & DRIVING

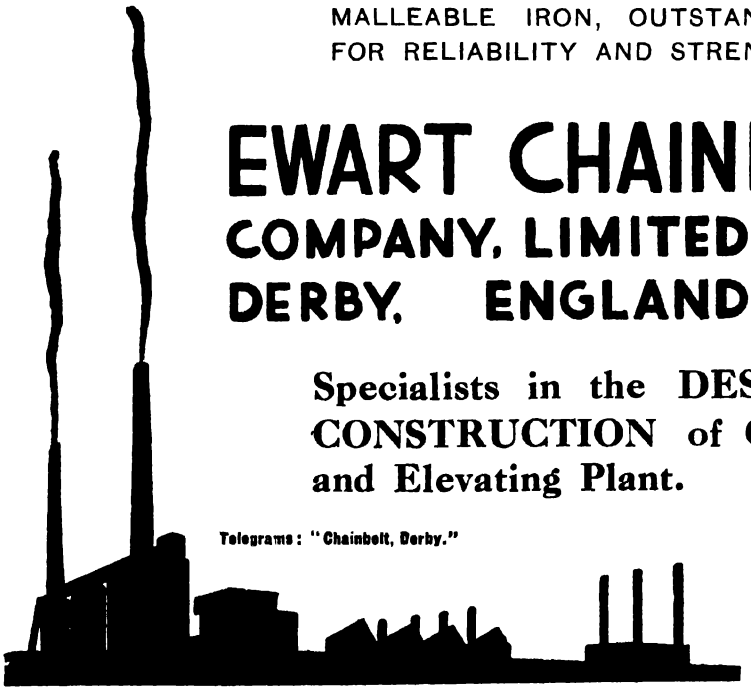


THE LEY BUSHED CHAIN.

are to be found giving Unfailing Service in modern

CEMENT MANUFACTURING WORKS.

OUR CHAINS ARE MADE OF LEY'S CELEBRATED "BLACKHEART" MALLEABLE IRON, OUTSTANDING FOR RELIABILITY AND STRENGTH.



EWART CHAINBELT COMPANY, LIMITED, DERBY, ENGLAND.

Specialists in the DESIGN and CONSTRUCTION of Conveying and Elevating Plant.

Telegrams: "Chainbelt, Derby." 'Phone: 138 Derby.

Associated with LEY'S MALLEABLE CASTINGS CO., LTD., DERBY.

JOHN G. STEIN & CO., LTD.

BONNYBRIDGE

SCOTLAND

Fabricants de refractaires de qualité supérieure pour garnissage de fours rotatifs de cimenteries.

Nos briques refractaires de marque " Nettle " conviennent également bien pour les zones de refroidissement et de grillage au pur, et elles ont donné d'excellents resultats dans les cimenteries partout en Grande Bretagne.

Notre service technique est à votre disposition.

NOUS SOMMES LES FABRICANTS DE REFRACTAIRES LES PLUS IMPORTANTS DE L'EMPIRE BRITANNIQUE.

Fabrikanten eines hochwertigen feuerfesten Futters fur Zementdrehofen.

Unsere feuerfesten Steine Marke " Nettle " sind sowohl fur die Kuhl-wie Sinterzone des Ofens geeignet und haben sich in Zementfabriken Gross-Britanniens hervorragend bewahrt.

Unsere technische Abteilung steht zu Ihrer Verfügung.

WIR SIND DIE BEDEUTENDSTEN FABRIKANTEN IM BRITISCHEN REICH.

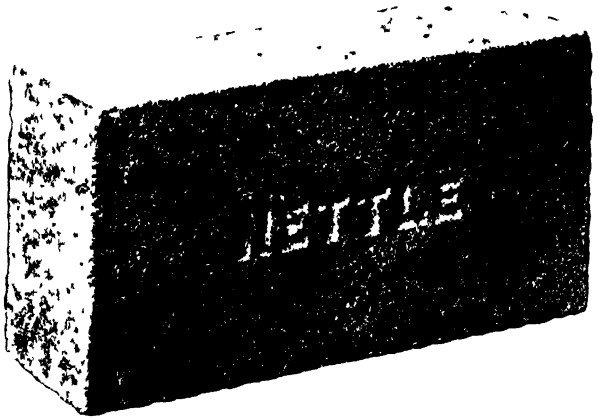
Fabricantes de refractarios de alta calidad para revestimientos de hornos rotatorios de cemento.

Nuestros ladrillos refractarios, marca " Nettle," son muy adecuados, igualmente, para las zonas de refrigeración y de calcinación del horno, y han rendido servicio excelente en las fábricas de cemento de toda la Gran Bretaña.

Nuestro servicio técnico queda a su disposición.

SOMOS LOS MAYORES FABRICANTES DEL IMPERIO BRITANICO.

MANUFACTURERS OF HIGH GRADE REFRACTORIES FOR ROTARY CEMENT KILN LININGS



BRANDS.

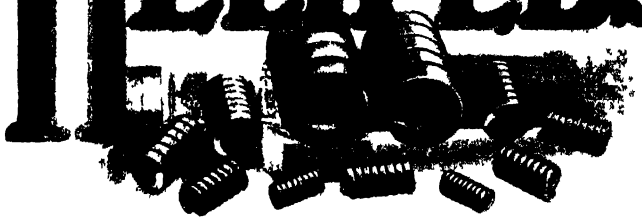
DANDY
NETTLE
THISTLE
STEIN
JGS&CO
BLUEBELL
(95% Silica).

Our "Nettle" Brand Firebricks are very suitable for both the cooling and burning zones of the kiln and have given excellent service in cement works throughout Great Britain

Our Technical Service is at your disposal

We are the Largest Makers in the British Empire.

HELIPEBS



For all Types of Metallic Grinding Bodies.

HELIPEBS—Patent Grinding Media, which achieve astounding results in fine grinding by Tube mill process

BALLPEBS (regd.)—Hard Alloy Cast Balls, from ¾" to 2" dia. For Slurry or Dry Grinding

CYLPEBS—Hard Alloy Cast Cylpebs, High Carbon Steel Cylpebs, Hardened Steel Cylpebs

STEEL BALLS—High Carbon Steel and Chrome Steel Forged Balls for Ball mills and Kominors

HELIPEBS LTD., Premier Works, GLOUCESTER, ENG.

Para toda clase de elementos molturadores metálicos

HELIPEBS—Cuerpos de molienda patentados con los que se obtienen sorprendentes resultados en el proceso de molturacion fina en los refinos tubulares

BALLPEBS (Registrado)—Bolas fundidas de aleacion dura desde 18 mm hasta 50 mm de diametro para moler por via humeda o seco

CYLPEBS—Cylpebs fundidos de aleacion dura, Cylpebs de acero de alta dosis de carbono, Cylpebs de acero endurecido

BOLAS DE ACERO

Bolas forjadas de acero al cromo y de acero de alta dosis de carbono para molinos de bolas y para Kominors

HELIPEBS LTD.
Gloucester, Inglaterra.

Convient pour tous genres de CORPS BROYEURS METALLIQUES.

HELIPEBS Corps broyeur brevete donnant des resultats stupefiants au broyage fin par tubes broyeurs

BALLPEBS (depose) – Boulets en alliage dur coule de 2 a 5 cm de diametre pour broyage a sec ou humide

CYLPEBS—Corps broyeurs en alliage dur, en acier riche en carbone, ou en acier traite

BOULETS EN ACIER—Boulets forges en acier riche en carbone et en acier au chrome pour broyeurs a boulets et Kominors

HELIPEBS LTD.,
Gloucester, Angleterre.

FUR ALLE ARTEN METALLISCHER MAHLKORPER.

HELIPEBS — Patentierte Mahlkorper, die erstaunliche Resultate bei der Feinmahlung im Rohrmuhlenprozess liefern

BALLPEBS (gesetzl. geschutzt) Harte Kugeln aus Gusslegierung von 1,9 bis 5 cm Durchmesser zum Nass-oder Feinmahlen

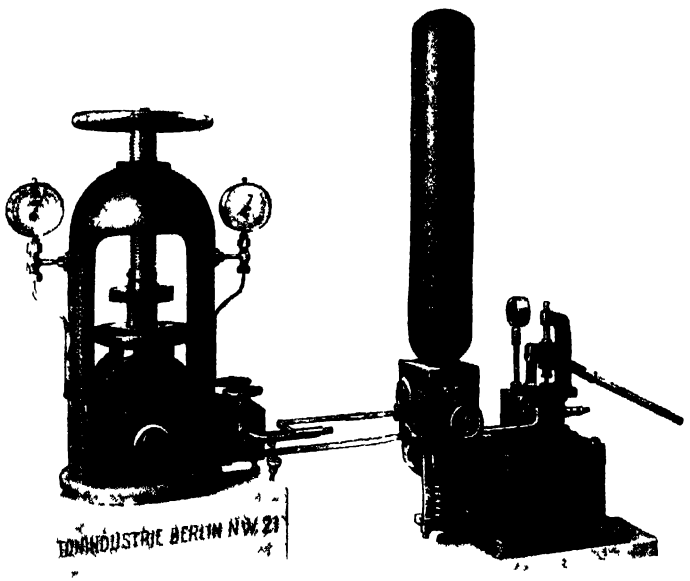
CYLPEBS—Harte Cylpebs aus Gusslegierung, Cylpebs aus hochkohlenstoffhaltigem Stahl, Cylpebs aus gehartetem Stahl

STAHLKUGELN—Geschmiedete Kugeln aus hochkohlenstoffhaltigem und Chromstahl fur Kugelmuhlen und Kominore

HELIPEBS LTD.,
Gloucester, England.

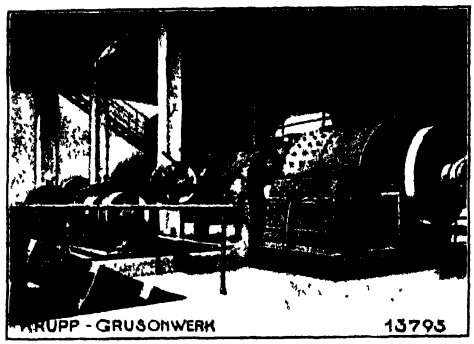
MATERIAL TESTING EQUIPMENT

for tests on Cement, Concrete, Trass, Lime, Plaster, Asphalt



12 + 60 tons testing press with hand-press pump
and accumulator of compressed air.

Chemisches Laboratorium für
Tonindustrie G.m.b.H
Abt.: Prüfmaschinenbau Berlin NW 21



This illustration shows two Hammer Crushers, about 80 in. diam., in a thick-slurry Cement works.

KRUPP HAMMER CRUSHERS

are used for the reduction of raw materials direct in

ONE OPERATION

from the largest pieces down to hazel nut size, thus replacing Jaw Crushers and Roll Crushers in the case of medium-hard or mild material.

Even moist or viscous materials which would clog Jaw Crushers and Roll Crushers are successfully dealt with by Hammer Crushers.

La photographie montre deux broyeurs à percussion d'environ 2 mètres de diamètre, dans une cimenterie fonctionnant à délayage épais.

LES BROYEURS A MARTEAUSE 'KRUPP'

sont employés pour la réduction des matières premières directement en

UNE SEULE OPÉRATION

depuis les plus gros morceaux, jusqu'à la dimension d'une noisette, remplaçant ainsi les broyeurs à mâchoires et les broyeurs à cylindres, dans le cas des matériaux tendres, moyens ou durs.

Même les matières humides ou pâteuses, qui engorgeraient les broyeurs à mâchoires ou les broyeurs à cylindres, sont traitées avec succès dans les broyeurs à marteaüse.

El grabado reproduce dos trituradoras de martillos de unos 2 m. de diámetro, en una fábrica de cemento por el método de pasta espesa.

LAS TRITURADORAS DE MARTILLOS 'KRUPP'

se usan para la subdivisión de las primeras materias en

UNA SOLA OPERACIÓN

pasando directamente desde los trozos más grandes al tamaño de una avellana; reemplazando así las trituradoras de mandíbulas y de rodillos, para el tratamiento de materiales blandos, duros y medianos.

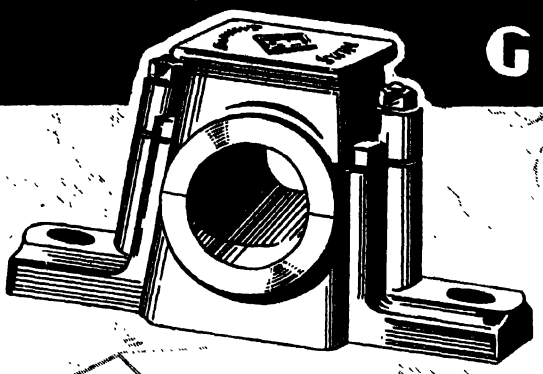
Las trituradoras de martillos trabajan con éxito hasta sobre materiales húmedos o viscosos, que atascarían las trituradoras de mandíbulas o de rodillos.

KRUPP GRUSONWERK

MAGDEBURG (Germany)

Sole Agents **: J. ROLLAND & CO., Abbey House, 2, Victoria Street, London, S.W.1.**

CALYPSOL GREASE



AND CEMENT WORKS

The Grease Boxes on Ball Mills, Tube Mills, Kiln Roller Bearings if packed with Calypsol Yarn and having a core of Calypsol Grease, will last 6—12 months without attention.

Suppliers for 30 years to Cement Works throughout the World.

Las cajas de grasa de los molinos de bolas, refinos tubulares, soportes de rodillos para los hornos, etc., durarán de 6 a 12 meses sin necesidad de más cuidados si se empaquetan con la estopa " CALYPSOL " y se cargan con grasa " CALYPSOL."

Proveedores desde hace 30 años de las fábricas de cemento de todo el mundo.

Les boites à graisse des broyeurs à boulets, des broyeurs tubulaires, des rouleaux portant des fours, s'ils sont garnis avec l'étoupe Calypsol et graissés avec la graisse Calypsol peuvent fonctionner sans aucun soin pendant 6 à 12 mois.

Fournisseurs des Usines de ciment du monde entier depuis 30 ans.

DIAMOND LUBRICATING CO., LTD.,

MANCHESTER :: :: ENGLAND

350,000,000

BATES MULTIWALL PAPER SACKS

(PATENTED)

WERE USED IN 1929.

RAIN-PROOF



STRONG

SIFT-PROOF

ECONOMICAL

THE IDEAL CONTAINER FOR CEMENT

Manufactured in 21 Countries of the World by Local Companies.

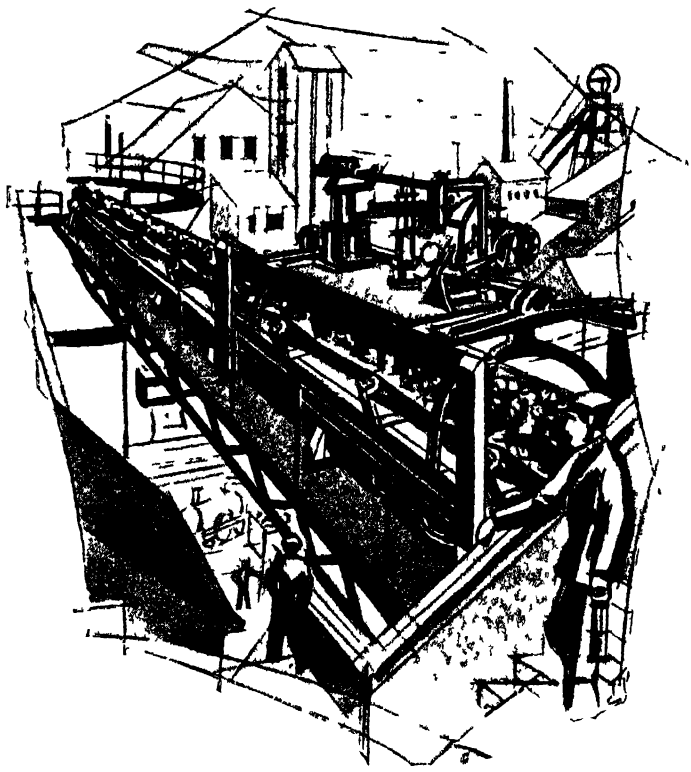
Licensed (except in U.S.A. and Canada) by

BATES INTERNATIONAL BAG COMPANY,
48, Wall Street - - New York, U.S.A.

Licensees for Gt Britain, Ireland, South Africa and India.

PAPER SACKS, LIMITED,
Keynsham, Somerset, England.

WEIGHING MACHINERY



The "Blake Denison" Continuous Weigher and Totaliser will solve the problem of weighing *your* Cement, etc whilst in transit Send for our Explanatory Literature

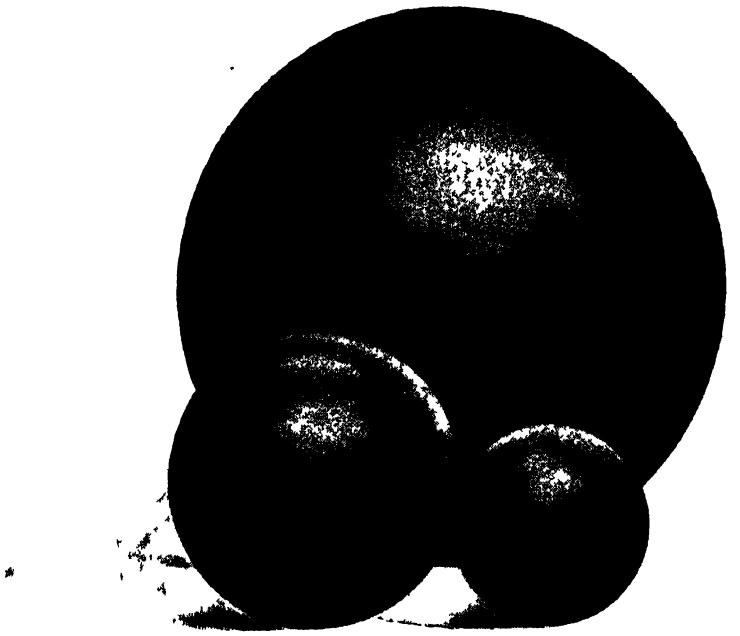
MÁQUINAS DE PESAR. El aparato continuo para pesar y registrar "BLAKE DENISON" resolvera el problema de pesar *su* cimiento, etc —durante su manutencion Pide nos nuestras noticias descriptivas

APPAREILS DE PESAGE. L'appareil continu a peser et a enregistrer "BLAKE DENISON" resoudra le probleme de peser *votre* ciment, etc, au cours de sa manutention Demandez-nous nos notices descriptives

WIEGMASCHINEN: Die kontinuierlich arbeitende und registrierende "Blake-Denison"-Waage wird das Problem des Wiegens Ihres Zements usw losen, wahrend dieser gefordert wird Verlangen Sie aufklarende Literatur

SAML. DENISON & SONS, LTD., MIDPARK, LEEDS.

C



"Stahlunion"
Forged Steel Balls

for all kinds of Grinding Mills, manufactured of steel of natural hardness in the most careful execution.

Geschmiedete Stahlkugeln
Marke "Stahlunion"

aus naturhartem Spezialstahl in sauberster Ausführung für alle Kugelmühlen.

Boulets en acier forgés
Marque "Stahlunion"

en acier spécial de dureté naturelle, exécution la plus soignée, pour tous broyeurs à boulets.

Bolas de acero forjado
Marca "Stahlunion"

para todos los tipos de molinos de bolas, Acero de dureza natural, Ejecución esmerada.

VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
HÜTTE RUHRORT-MEIDERICH
DUISBURG — RUHRORT

Germany — Deutschland — Allemagne — Alemania

L. 1212/265

HEPBURN ~CONVEYOR~ CO. LTD.

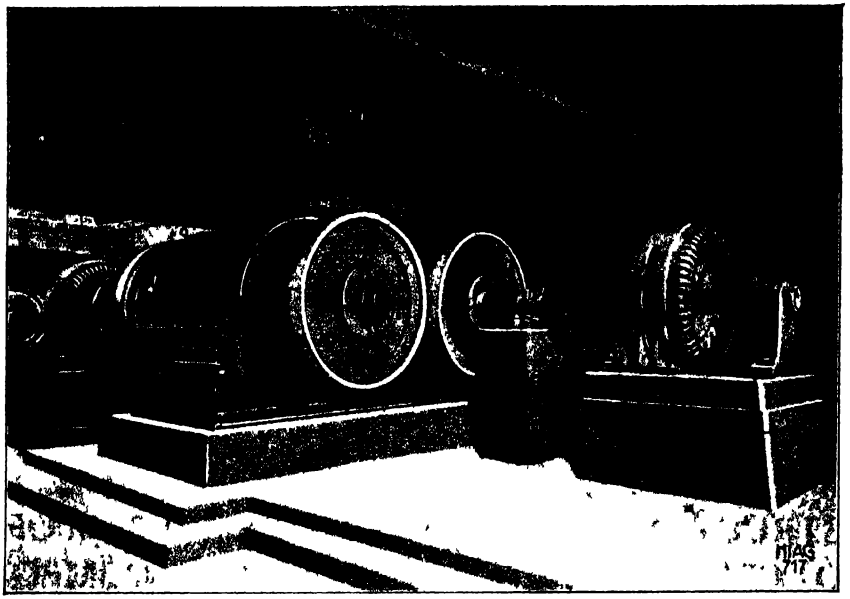
DESIGNING AND CONSTRUCTING ENGINEERS.



COAL HANDLING PLANT, *showing elevator taking material from receiving hopper below ground, delivering to Drag Link Conveyor, which in turn distributes through doors into 120-ton-capacity overhead Bunkers. We specialise in installations of this and other characters.*

~ROSA WORKS~
WAKEFIELD

LONDON OFFICE: WINDSOR HOUSE, 42-50, VICTORIA STREET, WESTMINSTER, S.W.1. 'PHONE: VIC. 7088.



Nos concasseurs Titan D.R.P. triturent la matière venant de la carrière en un seul passage à la grosseur des noix. Beaucoup des usines à ciment Portland allemandes et étrangères ont modernisées leurs concassages préliminaires par l'installation de ces concasseurs.

Représentants :

FRANCE

J. Michaelis, Paris, 10, Rue de Sèze.

.....

BELGIQUE

"Miag" Soc. An. Belge, Bruxelles, 5 Place de Brouckère.

Nuestros trituradores Titan D.R.P. reducen la materia llegando de la cantera en una sola operación a tamaño de nuez. Muchas fábricas de cemento Portland alemanas y extranjeras modernizaban sus departamientos de trituración previa por medio de la instalación de estos trituradores.

Representantes :

ESPAÑA

German Mende, Madrid. Avenida Pi y Margall 9, Piso B, Puerto 5.

ARGENTINIA

Amme, Giesecke & Konegen, Ltda., Buenos Aires, Alsina 1102.

Unsere Titanbrecher D.R.P. zerkleinern das ankommende Gut in einem Arbeitsgang bis auf Nussgrösse. Viele deutsche und ausländische Portlandzementfabriken modernisierten ihre Vorzerkleinerungsanlagen durch Einbau dieser Brecher.

MIAG

BRAUNSCHWEIG

Technische Zentrale.

MIAG BRAUNSCHWEIG

MANUFACTURERS OF CEMENT MACHINERY

Representatives:

THE SECK MACHINERY CO. LTD.,

116, VICTORIA STREET, LONDON, S.W.1.

CONSTRUCTORS OF COMPLETE CEMENT WORKS: ERGO CRUSHERS : COMBINATORS : COMPOUND MILLS : ERGO MILLS with air-separation : ROTARY KILNS : COOLERS : SHAFT KILNS : SILATORS : MIAG PACKERS : CONVEYING PLANTS, pneumatic and mechanical.

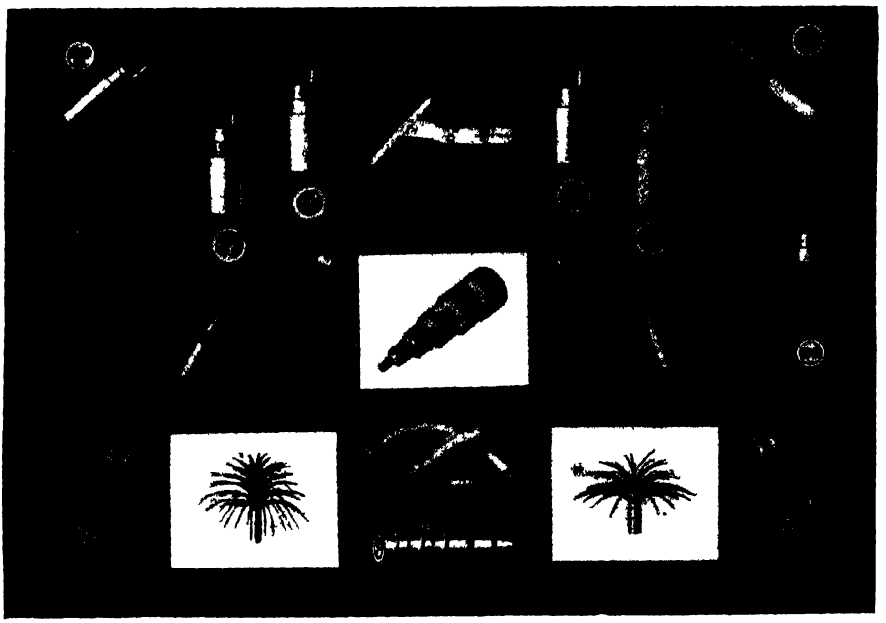


"ERGO" CRUSHERS

Our Ergo Crushers D.R.P. reduce the material coming from the quarry in one passage to the size of nuts. A large number of German and foreign Portland Cement Factories have modernized their preliminary crushing plants by installing these crushers.

GLOVERS CABLES

OF EVERY DESCRIPTION



as used by.—

The Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.
The British Portland Cement Manufacturers, Ltd.
and others.

W. T. GLOVER & Co., LTD.,
TRAFFORD PARK, MANCHESTER.
Telephone: Trafford Park 2141. Telegrams: "Cables, Manchester"

BRITISH REMA
COAL PULVERISING PLANT

Designed to meet the Special Requirements of the Cement Industry.

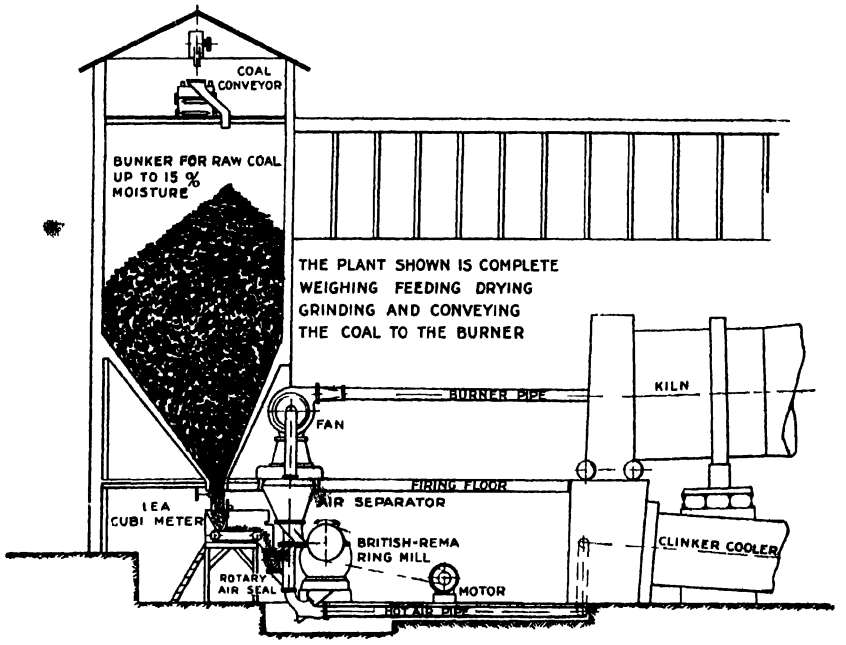


Illustration shows typical lay out of Direct-Firing Unit Plant, weighing, feeding, drying grinding and conveying coal to burner and providing air for combustion

SIMPLE IN CONSTRUCTION. QUIET IN OPERATION.

POWER CONSUMPTION or Complete Plant from 14 to 18 kw per ton of coal delivered to burner

GRINDING MILL either our Patented Ring Mill or New type Ball Mill as desired Mills run from 9 months to 2 years without replacements being required.

MINIMUM number of wearing parts, of heavy section, easily replaceable.

FAN specially designed to suit high, medium or low-pressure burners.

BRITISH REMA PLANT is equally suitable for operation on the storage or bin and feeder systems

NO SEPARATE DRYING PLANT necessary.

INSTAL BRITISH REMA FIRING PLANT and see your costs go down!

Write for full particulars to—

THE BRITISH REMA MANUFACTURING CO., LTD., HALIFAX, ENGLAND.

SOCIETE D'EXPLOITATION DES PROCEDES INDUSTRIELS

CANDLOT

37, RUE DU ROCHER, PARIS (8e), FRANCE.

General equipment and manufacture of apparatus for the lime and cement industry.

PRINCIPAL SPECIALITIES:

CENTAURE MULTEX grinders. Patented. Hold world's record as regards capacity and fineness

SPECIAL PATENTED "PULPEX" grinders for fine grinding.

"MONEX" ROTARY KILNS with patent cooler. Installation of waste-heat boilers and electrical plant for dust extraction from chimney shafts.

IMPROVED VERTICAL CANDLOT KILNS for calcining natural or artificial lime and cement; patent automatic kiln feeding and discharge.

PATENT CANDLOT PRESSES for AGGLOMERATING crude powder, for vertical artificial cement kilns Highest perfection.

DELTA TRANSPORTER with Special Alternative Movement for Hot Clinker

CEMENT SILOS with PATENT AUTOMATIC "SIGMA" EXTRACTORS. The safest method of feeding modern sacking and barrelling machines. *Highest references.*

Instalaciones generales y fabricacion de aparatos para la industria de la cal y del cemento

Especialidades Principales

TRITURADORAS CENTAURE MULTEX Patentadas Conservan el record mundial por su rendimiento y la finura del producto que suministran

TRITURADORAS ESPECIALES "PULPEX" PATENTADAS para la trituracion fina

HORNOS ROTATIVOS "MONEX" con enfriador patentado Instalacion de calderas calentadas por calor perdido y aparatos electricos para la extraccion del polvo de los fustes de las chimeneas

HORNOS VERTICALES "CANDLOT" PERFECCIONADOS para la calcinacion de calizas y cemento naturales y artificiales Aparatos automaticos patentados para la carga y el vaciado de los hornos

PRENSAS "CANDLOT" PATENTADAS para la AGLOMERACION de polvo bruto para hornos verticales de cemento artificial La mas alto grado de perfeccion

TRANSPORTADOR DELTA con movimiento alternativo especial para clinker caliente.

SILOS PARA CEMENTO CON EXTRACTORES AUTOMATICOS "SIGMA" PATENTADOS El medio más seguro de alimentar las máquinas modernas de ensacar y embarrilar

Referencias de primer orden

Installation générale et construction d'appareils et fours pour l'industrie des chaux et ciments

Principales spécialités

BROYEURS CENTAURE MULTEX Brevetés Records du monde de production et finesse

CORPS DE BROYAGE "PULPEX" Brevetés spéciaux pour mouture fine

FOURS ROTATIFS "MONEX" à refroidisseur breveté —

Installations de chaudières de récupération des chaleurs perdues et de dépoussiérage électrique des fumées

FOURS VERTICAUX PERFECTIONNES système CANDLOT pour la cuisson les chaux et ciments naturels ou artificiels, enfournement et défournement automatiques brevetés

PRESSES A AGGLOMERER la poudre brute brevetées système CANDLOT pour fours verticaux à ciment artificiel La plus haut perfection

TRANSPORTEUR DELTA à mouvement alternatif spécial pour clinker chauds

SILOS A CIMENT A EXTRACTEURS AUTOMATIQUES SIGMA BREVETES Système le plus sur pour alimenter les machines modernes d'ensachage et embarillage Les plus hautes références

Allgemeine Einrichtungen und Fabrikation von Apparaten fur die Kalk und Zement Industrie

Hauptsächliche Spezialitäten

CENTAURE MULTEX MUHLEN Patentiert Weltrekord betreffs Leistung und Feinheitsgrad

PATENT "PULPEX" SPEZIAL MUHLEN fur Feinmahlen

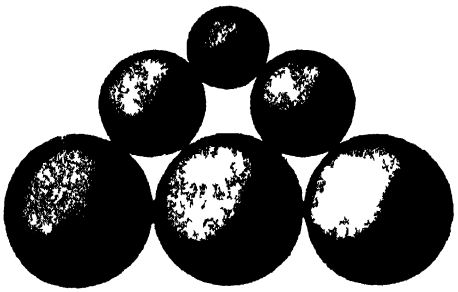
RINGOFEN "MONEX" mit patentiertem Kühler Einrichtung von Abwärmekessel und elektrischen Einrichtungen zur Entstaubung von Kaminsaulen

VERBESSERTE STEHOFEL CANDLOT zum Brennen von Natür- und Kunstkalk und Zement, patentierte automatische Ofenladung und Entladung

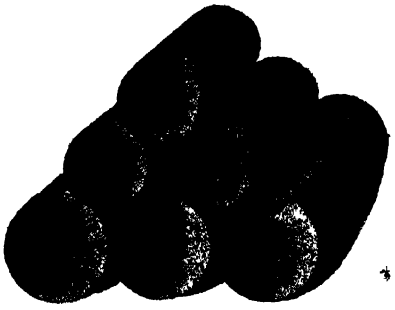
PATENT CANDLOT PRESSEN zum STAMPFEN von Rohpulver fur Kunstzement-Stehofen Hochste Vollkommenheit

DELTA-TRANDPORTEUR mit besonderem Wechselgang fur heissen Klinker

ZEMENT-SILOS MIT AUTOMATISCHER EXTRACTIONSVORRICHTUNG PATENT "SIGMA" Die sicherste Speisungsweise fur moderne Sack und Fassfullmaschinen Allerbeste Referenzen



Round Steel Balls

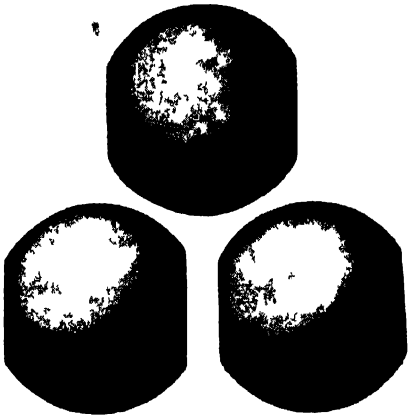


Cylindrical Grinding Media (Cylpebs)

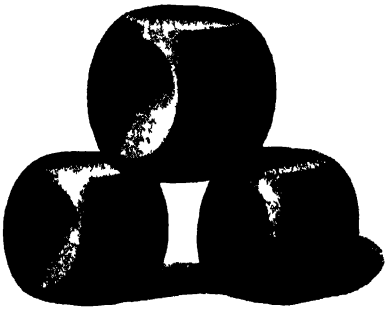
IN ALL QUANTITIES AND SIZES.

THE MOST ACCURATELY DESIGNED GRINDING MEDIA WITH THE LONGEST LIFE.

Made from BEST HIGH-GRADE CARBON MANGANESE STEEL.



Patent Kordtballs



Patent Fine Grinding Media (cube-shaped)

Increase the capacity of Raw, Wet, and Coal Mills and the Fineness of Cement by 25 to 50%. Made from **BEST CARBON MANGANESE STEEL and have the Longest Life of any grinding media.**

Supplied as a Speciality for many years by—

KORDT & ROSCH Aktiengesellschaft

Wipperfürth (Rhld.) : : : GERMANY.

Telegrams: Korosch. Telephone Sammelnummer 341

Codes. A B C, 5th Edition BENTLEY'S. RUDOLF MOSSE

Hudson RAILWAY Material

BUY YOUR WAGONS FROM THE ACTUAL MAKERS

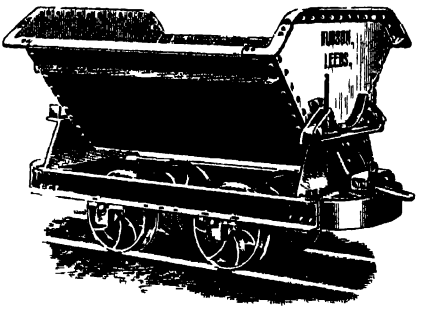
SAVE ON YOUR FIRST COST—GET BETTER SERVICE

HUDSON'S QUARRY TIPPING WAGONS

are specially constructed to stand rough usage. For over 60 years Hudsons' have specialised in the manufacture of Wagons of every description. Also

TRACK AND ALL ACCESSORIES,
STEAM, DIESEL & PARAFFIN LOCOS

WRITE FOR CATALOGUE



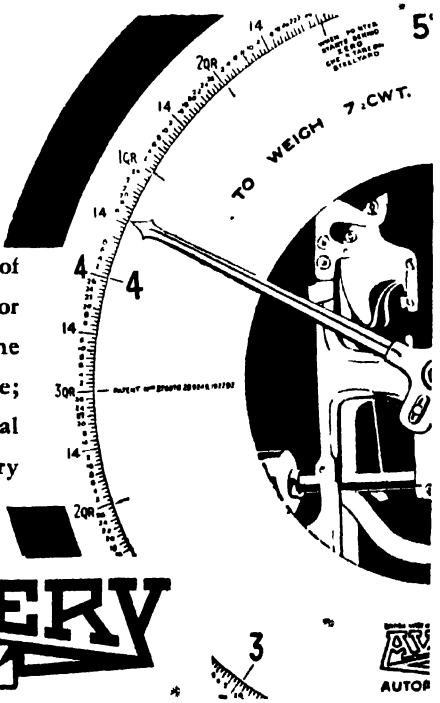
LONDON
SUFFOLK HOUSE,
CANNON STREET,
E.C.4

ROBERT HUDSON LTD.
38A BOND ST., LEEDS
Works: GILDERSOME FOUNDRY, near LEEDS.
Telegrams & Cables (all offices) RALEIRUX

Also at Johannesburg Durban, Salisbury Bulawayo Beira, Lourenco Marques Lobito, Mauritius Singapore Cairo and Calcutta

Rapidity
Accuracy
Reliability

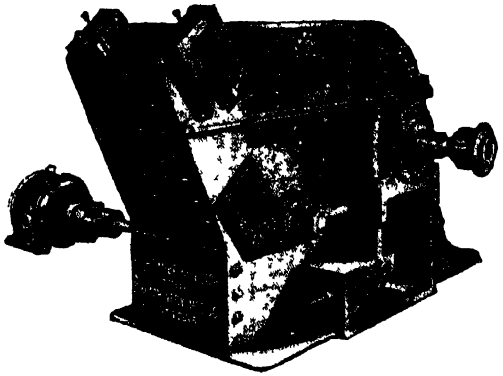
Instant, visible, self-indications of correct weight mean that the operator has simply to *load* and *look*. No one is kept waiting; no mistakes are made; and no complaints are received. Real economy is effected by using Avery Industrial Visible Weighers.



Ask for an Avery expert to visit your works and study your weighing problems at first hand. No cost or obligation. Write to W. & T. Avery, Ltd., Soho Foundry, Birmingham, England, for Catalogue F171.

AVERY

Enormous crushing capacity even under unfavourable conditions



DIXIE NON-CLOG HAMMERMILLS

will give full capacity when crushing wet and sticky materials without extra labour or power. All crushing surfaces of Manganese Steel. Write now for illustrated booklet.

DIXIE NON-CLOG HAMMERMILLS

donneront le rendement maximum en concassant des matieres mouillees et collantes sans main d'œuvre ou force motrice supplementaire. Toutes les surfaces de concassage en acier-manganese. S'adresser pour brochure illustree.

Capacité de concassage la plus énorme même sous des conditions défavorables

Dixie Machinery Manufacturing Company, St. Louis, Missouri

BRITISH & FOREIGN MACHINERY CO., LTD.,

148 Leadenhall Street London EC3 — *Telephones* Avenue 8266/8277

KRAFT means STRENGTH!

1ST Class KRAFT-PAPER SACKS

OBTAINABLE AT AN ECONOMICAL PRICE FROM

KRAFT SACKS, Ltd.
FACTORY — Midsomer Norton, Somerset.

ENQUIRIES TO SALES OFFICE:
KRAFT SACKS, Ltd,
THE CLOCK HOUSE, ARUNDEL ST., LONDON, W.C.2.
Telephone TEMPLE BAR 3731

PATENTEES of the **Double-Valved** SACK, highly efficient in FILLING AND CLOSURE.

Conveying
Elevating
Distributing

FULLER-KINYON CONVEYING SYSTEM

Dry Raw Material
Blending-Box Car
Loading & Unloading
Boats and Barges

Provides for the handling of any dry pulverised materials to maintain the most efficient flow through a manufacturing process with timed automatic and remote control for blending, mixing and distributing operations from a convenient central point. An illuminated signal panel indicates the operation of the system to the operator, who can make the desired changes in the sequence of operation by push control.
The materials being handled include gypsum, bauxite, phosphate rock, sodium bicarbonate, raw and finished cement, alumina, pigments, hydrated lime, etc. .:. .:. *Write for complete information.*

Our engineers, experienced in handling pulverised materials, are at your service for suggesting simple solutions for your conveying problems

E. CONSTANTIN

CIVIL ENGINEER,

105, RUE LAFAYETTE - PARIS.

Telegrams - - - "Fullencoy, Paris"

Sole Licencee (except for pulverised coal) for England and France
Patentees The Fuller Company, Catasauqua, Penna., U S A

"Dynamidon" Blocks

the best

REFRACTORY LININGS

for the firing zones of

ROTARY CEMENT KILNS

Sole Agents:
C. P. GOSS & Co., 23, Tower Hill, London, E.C.3

Paper Sacks *for* Cement

Made from English Kraft Paper specially manufactured for Cement Sacks. Open-mouth or valved style, suitable for all Valve Filling Machines.

Printed in one or two colours.
Reinforced, stapled and glued for additional strength.

Colthrop Board and Paper Mills, Ltd.,
Larkfield ∴ *Nr. Maidstone* ∴ England.

Books on Concrete

FOR LIST OF UP-TO-DATE BOOKS ON CONCRETE SEND A POSTCARD TO:—

Concrete Publications, Ltd.

20, Dartmouth Street - London, S.W.1.



PATENT GRIPOLY BELTING

is made from Hair Yarns, guaranteed and independently certified to be 100% PURE GENUINE CAMEL HAIR The Result is a Super Belt famous for high efficiency, durability and economy

Patentees and Sole Manufacturers

LEWIS & TYLOR, LTD.

Gripoly Mills, CARDIFF and 9, St. Thomas' St., LONDON, S.E.1

Branches at Manchester, Glasgow, Sunderland, Swansea, Calcutta, Bombay, Buenos Aires.
Service Depots and Agencies throughout the World.

Sole Manufacturers of "UNDERWRITER" Super Fire Fighting Hose.

Las correas GRIPOLY son hechas de hilos de pelo que se garantizan y certifican imparcialmente que contienen el 100% DE PELO DE CAMELLO PURO LEGITIMO Lo que resulta es una correa insuperable de reputación mundial de alto rendimiento, larga duración y gran economia.

Les courroies "GRIPOLY" sont fabriquées avec des fibres d'origine animale, garanties et certifiées être de PURS POILS DE CHAMEAU NATURELS, sans aucun mélange. On a réalisé ainsi une super courroie, réputée pour son rendement élevé, sa durabilité, et son économie.

Der "Gripoly"-Treibriemen ist aus Haargarn hergestellt, das aus reinem, 100%-igem Original Kamelhaar besteht. Das Resultat ist ein hochwertiger Treibriemen, der wegen seiner grossen Leistung, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit berühmt ist.

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"
VOL. III, No. 5. MAY, 1930.

LEADING CONTENTS

	Printed in English. Page.	Publie en Français. Page.	In Deutsch Gedruckt. Seite.	Editada en Español Pág.
The Testing of Cement. By Dr. C. R. Platzmann	673			—
L'essai du ciment. Par le Dr. C. R. Platzmann	—	713	-	-
Die Prüfverfahren für Zement. Von Dr. C. R. Platzmann	—		743	-
Los métodos de ensayo del cemento. Por el Dr. C. R. Platzmann	—			775
The Entropy of Portland Cement. By Geoffrey Martin, D.Sc.	678		—	
L'entropie du Ciment Portland. Par Geoffrey Martin	—	718	—	
Die Entropie des Portlandzements. Von Dr. Geoffrey Martin		-	749	-
La entropia del cemento Portland. Por Geoffrey Martin				781
The German Cement Industry in 1929	680			--
L'industrie du ciment en Allemagne en 1929		721	—	--
Die Deutsche Zementindustrie im Jahre 1929			751	
La industria alemana del cemento en el año 1929			—	783
Transporting and Elevating in Cement Works. By A. C. Davis, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.	681		—	—
Les appareils de manutention et de levage dans les cimenteries. Par A. C. Davis	-	722	-	—
Transportvorrichtungen und Elevatoren in Zementfabriken. Von A. C. Davis			752	—
El transporte y la elevación en las fábricas de cemento. Por A. C. Davis		-	—	784
The Latest Developments of the Japanese Cement Industry	691			—
Le développement actuel de l'industrie du ciment au Japon	—	726	—	—
Die neueste Entwicklung der Japanischen Portlandzementindustrie		—	757	—
El reciente desarollo de la industria japonesa del cemento Portland				788
The Polish Cement Industry. By Antoni Eiger	695	—	—	—
L'industrie du ciment en Pologne. Par Antoni Eiger		731	-	--
Die Polnische Zementindustrie. Von Antoni Eiger	-		761	—
La industria polaca del cemento. Por Antoni Eiger		—	—	793
The Rotary Kiln in Cement Manufacture.—IV. By W. Gilbert, Wh.Sc., M.Inst.C.E.	699	—	—	-
Le four rotatif dans la fabrication du ciment.—IV. Par W. Gilbert	-	733	—	—
Der Drehofen bei der Zementherstellung.—VI. Von W. Gilbert	--		764	—
El horno rotatorio en la fabricación del cemento.—IV. Por W. Gilbert	—	—	—	797
The Cement Industry in Spain. By Julian Gil Montero	705	—	—	--
L'industrie du ciment en Espagne. Par Julián Gil Montero	—	740	—	—
Die Spanische Zementindustrie. Von Julián Gil Montero	—	—	770	—
A New Zealand Cement Works	708	—	—	--
Une usine à ciment en Nouvelle Zélande	--	739	—	—
Neue Zementwerke in Neu-Seeland	—	—	773	—
Una fábrica Neo-Zelandesa de cemento	—	—	—	804



BABCOCK & WILCOX BOILERS, WITH ECONOMISER AND INDUCED DRAUGHT FAN, UTILISING WASTE HEAT FROM ROTARY CEMENT KILN.

"BABCOCK" WATER TUBE BOILERS

FOR MAXIMUM EFFICIENCY IN THE UTILISATION OF WASTE HEAT FROM CEMENT KILNS

Special Brochure on Application to

BABCOCK & WILCOX
LIMITED

BABCOCK HOUSE, FARRINGDON ST., LONDON, E.C.4.

Principal Works: RENFREW, SCOTLAND. Branch Offices Throughout the World.

VOLUME 3. NUMBER 5. MAY 1930.

C E M E N T
AND
CEMENT MANUFACTURE
THE INTERNATIONAL FOUR-LANGUAGE CEMENT JOURNAL
MANAGING EDITOR H. L. CHILDE. CONSULTING TECHNICAL EDITOR S. G. S. PANTSU

ENGLISH SECTION

PARTIE FRANÇAISE PAGE 713
DEUTSCHER TEIL SEITE 743
SECCIÓN ESPAÑOL PAG 775

The Testing of Cement.

By Dr. C. R. PLATZMANN.

THE January and February numbers of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE contained articles dealing with the testing of cement which merit particular attention, because in spite of disagreement in many other respects, they all recommend the unification of the various standard specifications. Since 1927, a number of articles[1] has been published alluding to the differences between the various standards—references to those of 27 countries have been made—and to the desirability of unification. Such a tendency is not new. For instance, the comparison of specifications in A. C. Davis's[2] excellent treatise published a few years ago, can only be construed as indicating that in his opinion this diversity is undesirable.

During the last few years the opinion has grown that the present methods of testing cement should be modified. Thus we have the sustained endeavours of Féret (of Boulogne) and Roš (of Zürich) to replace earth-moist mortars by plastic mortars; at the same time we have attempts to introduce methods of evaluating the properties of cement on the basis of its chemical composition, which would still more radically alter the system of testing. The presence in this latter camp of so renowned an expert as P. H. Bates of the United States Bureau of Standards must be noted; in 1927 he published an article "The Present Position regarding Research on Cement, and the Possibility of Producing High Strength Cements,"[3] in which he criticised the sensitivity and precision of present-day methods of testing, more particularly as regards rapid-

hardening and aluminous cements. In this connection reference must be made to a recent paper by A. I. Poole[4] in which, possibly for the first time, an experimental attempt is made to discover a relation between the strength and chemical composition of cement. This is the more interesting in that Dr. Haegermann, in CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE,[5] opposes such a relationship.

Poole sets out from the hypothesis that tricalcium silicate is the important hydraulic constituent of Portland cement. The free lime formed on the hydration of this compound is estimated by titration, and from the results conclusions can be drawn regarding the seven-day strength of the cement. Although the time is by no means yet ripe for the incorporation of such methods in standard specifications, in view of the general dissatisfaction with the existing standards, serious attention should be given to developments in this direction. It is quite clear from the articles by Prof. H. Kuhl[6] and Dr. Haegermann that the standard tests are inadequate and in need of improvement; English attempts to bring about a fundamental revision of their standard specification can only be read in the same sense.

But more important than the adoption of new methods of testing is the successful attainment of uniformity. Parallel with this there is room for international co-operation with the object of placing standard methods of test on an up-to-date basis.

The first specification to be formulated was the German one of 1878, which, with its later revisions, greatly influenced the specifications of other countries. It will be readily understood that this specification, by virtue of its tradition, is strongly adhered to in Germany; to it are due the improvements that have taken place in the quality of German cement, as well as of the cements of many other countries. On the other hand, national questions will no doubt induce other countries to adhere no less strongly to their own specifications.

Dr. Haegermann rightly indicates in his article that in the first place the use of different standard sands militates against agreement; at the same time he condemns the use of test-pieces of neat cement, and advocates the testing of plastic mortars, using sand of mixed grain size, as a desirable means of unifying the various specifications. Although Dr. Haegermann's contribution to the question of cement testing is of the utmost value, and his proposal must receive consideration, nevertheless it appears by no means to solve the difficult problem of standard sand, since the supply of a sand of mixed grain size, uniform in quality throughout the world, offers the same difficulties as the question of the present standard sands.

Further, the abolition of the tensile test on 1 : 3 mortar would seem to be a retrograde step. Although up to the present no definite relationship between crushing and tensile strength is known, it is desirable to try to discover such a relation, particularly as experience shows that tensile strength forms a valuable criterion of soundness. Cements with relatively high crushing strength and disproportionately low tensile strength are always open to suspicion of excessive expansion. Since, moreover, the present tendency is towards the greater use of the Le Chatelier and Michaelis accelerated tests for soundness, which fail to indicate unequivocally many causes of expansion, the rejection of the tensile test removes an essential safety factor, which even the possible inclusion of the bending test in the specification cannot replace. Added to this, the apparatus required for tensile testing is much cheaper than that for crushing tests, and since the concrete industry is now placing increased importance on the scientific control of its materials, all care should be

taken to avoid unnecessary difficulties and complications in the system of testing. Present-day cements are generally much higher in lime content than heretofore, and are thus much nearer the danger-point as regards soundness. Unnoticed irregularities in manufacture—in the grinding of raw materials and clinker or in burning—may give rise to serious results in the absence of the criterion afforded by the tensile test.

Specific gravity determinations can be dispensed with without further consideration, since, as Kühl points out in his article, low specific gravity is clearly indicated by other tests. The importance of fineness determinations has greatly diminished, since the existing sieves are no longer considered to give a correct idea of particle grading, particularly as regards the finest meal. The value of fineness tests is entirely problematic in the case of rapid-hardening cements. D. B. Butler's[7] contribution to this question in his article "Cement Past and Present" is convincing; in particular he makes it clear that air elutriation apparatus is of the utmost value to the cement manufacturer. For example, it is obviously absurd to standardise a 5 per cent. residue on the 76 × 76 per sq. in. sieve; Butler clearly shows from his own experience that the 1 per cent. residue laid down in the English specification corresponds no more nearly to practical conditions.

The essentials on which the quality of cement has up to the present been estimated are, as Dr. Haegermann states, precise definition, and standardised determinations of setting time, soundness, and strength. If these are satisfactorily specified, all other measurements are unnecessary or of minor importance.

Dr. Haegermann's conclusions on setting time may be accepted. It may, however, be regretted that he does not mention the desirability of consistency measurements such as are provided for in the Swiss, Austrian and Polish specifications. The introduction of such measurements promises more uniform results from the Vicat apparatus, which is greatly affected by fortuitous conditions. Until an automatically registering apparatus is available to replace the Vicat—and the many attempts in this direction have hitherto failed—we must be content with its imperfections. It is possible, of course, that an automatic instrument may be devised dependent on the heat evolved on setting, or that the chemical composition and setting time of a cement will be brought into relationship.

It cannot be denied that a rigid definition of initial set is necessary. The false set which has been discussed in CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE on a number of occasions must in future be allowed for by accurate standardisation of the time of mixing. A regulation regarding final set could possibly be dispensed with (as indicated by Haegermann), but would nevertheless appear to be useful for the control of the hardening process, since the limits within which final set is wont to vary are known. Adulterated cements containing puzzolana, or composed of hydraulic lime and blastfurnace slag, frequently have an inordinately long setting time, and a standard limit for the final set offers a definite possibility of detecting such adulterations.

According to the most usual test for soundness, a cement pat is examined for cracks and deformation after 28 days under water; it may be objected, however, that the user is generally not in a position to wait four weeks. On the other hand the accelerated tests—which it is desirable to limit to the Le Chatelier and Michaelis—do not offer complete security against later expansion. Kühl's objections to modifications of the accelerated test, e.g., the Australian, merit careful consideration. For the rest, we must allow the accelerated

tests to have a provisional value, accepting the 28-day cold-water test as conclusive. The accelerated tests should, however, be considered in relation to a short-date strength test (2 or 3 days) requiring a definite ratio of tensile to crushing strength, e.g., 1 : 10; this will increase the factor of safety.

Strength tests have already been discussed. The most important remaining consideration is to decide whether the test-pieces should be prepared mechanically or by hand. The practice of hand preparation is customary in England, America, Canada and Jamaica, although there are variations in the method used. It must, however, unquestionably be considered inferior to the mechanical process, no matter how skilful the manipulators become by experience. Mechanical preparation necessarily results in greater uniformity in the test-piece; the equality of the blows ensures more uniform distribution of cement, sand and water. Even in England this opinion is held, as R. H. H. Stanger's[8] paper in CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE indicates; he supports therein the introduction of the hammer apparatus into the English specification with the object of avoiding lack of uniformity. Again, in the discussion on one of D. B. Butler's[9] addresses on the same subject, the hope was repeatedly expressed that the mechanical preparation of test pieces would be adopted when the English specification was revised. Such a decision would be an important step in the direction of unification of the various specifications, especially when one considers the moral effect of England's position as the birthplace of the Portland cement industry. Canada and Jamaica would undoubtedly follow suit, and probably also the United States. Australia has already for some time specified the mechanical preparation of test-pieces. As regards the relative merits of the hammer apparatus and the Klebe ram, the former must be given the preference, since the ram gives much greater compression, and is in this respect further removed from practical building conditions than the hammer apparatus.

So far as possible practical conditions should be approximated to in all circumstances, so long as the precision of testing does not suffer thereby. From this point of view the rejection of tensile tests on neat cement appears desirable. Neat cement is not used in practice, and the sole object of standard testing is to provide the user with a measure of the quality of the material. The plea that it is cement and not mortar that is under test, or that the tensile test of neat cement assists in the detection of inferior cements, cannot be held valid: for in the first place precise definition protects against adulteration; second, the production of test-pieces of neat cement free from shrinkage cracks is difficult; and finally, the relationship which in my opinion connects tensile and crushing strength provides further protection.

In connection with the unification of specifications, the dates of the strength tests must also be fixed. General agreement exists as regards the 7 and 28-day tests. In the interest of the user a 3-day test should undoubtedly be established. The attainment of unity in this matter would not appear to offer great difficulties. If necessary, as has happened in Austria and is under consideration in England, it might be possible to introduce this in place of the 28-day test.

There can be no question that both tensile and crushing strengths indicate valuable properties of a cement. The bending test might be dispensed with to avoid unnecessary complication and expense, as this test represents no simple stress, but is a combination of compression and tension. The fact that increased importance is being attached to the crushing test in England is welcome.

Dr. Haegermann greatly favours the testing of plastic mortars. "Certainly there are weighty arguments in its favour, particularly its close relation to

building practice and its independence of complicated apparatus for preparing the test-pieces. The strengths attained by plastic mortars are certainly less than those of earth-moist mortars, but there is no harm in that. Of late years the importance of high crushing strength has been exaggerated, especially when we consider its relation to tensile strength, which does not increase in the same proportion. The greatest difficulty in the introduction of plastic mortars lies in agreement regarding a standard sand of mixed grain size, and the provision of such a sand of uniform chemical composition in all parts of the world. Even if a test of this nature were internationally agreed upon, the various national interests would probably never agree to confer upon a single country a monopoly of this standard sand of the future.

The importance of the amount of water to be added and of consistency has been fully appreciated by R. H. H. Stanger[10] and Dr. Haegermann.[11] The latter indicates in his article in the January number of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE that he will make a further communication on this question.

It is gratifying that efforts in this direction of unified specifications will henceforth be assisted by the unparalleled medium for discussion offered by the publication of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE in four languages. The matter arouses interest throughout the world, and it appears likely that the various divergent views can be brought to agreement. To assist this object it is desirable that the various countries should be prepared to forego one or other of the tests now included in their specifications. Should, however, uniformity prove impossible, international standards should be issued which should be valid in all countries—side by side with the national standards—for the testing of imported cement. As an intermediate step such a suggestion is undoubtedly possible, and in my opinion ultimate unity can only be attained by degrees. The International Association for Testing Materials offers an opportunity for such a solution of the problem.

References.

[1] *Zement*, No 45 (1927), pp 1067-1073 No 36 (1928) pp 1335-1336, *Rock Products*, January 21st, 1928, p 97 *Concrete*, Chicago, Vol 32, No. 2 (1928), pp. 103-108, *J. Soc Chem Ind., Japan*, Vol 32 No 8 (1929), pp 797-807

[2] A. C. Davis *A Hundred Years of Portland Cement*, 1824-1924, pp 191 *et seq* Concrete Publications, Ltd.

[3] *Zement*, No 34 (1927), pp 753-757

[4] *Zement*, No 49 (1929), p 1426

[5] "The Testing of Cement" *Cement and Cement Manufacture*, Vol. 3, No 1 (1930).

[6] *Cement and Cement Manufacture*, Vol 3, No 1 (1930)

[7] *Cement and Cement Manufacture*, Vol 3, No 2 (1930)

[8] "The Testing of Portland Cement" *Cement and Cement Manufacture*, Vol. 1, No. 1 (1928), pp. 14-15

[9] "The Future of Cement Testing" *Cement and Cement Manufacture*, Vol 2 (1929), pp 62-64.

[10] *Cement and Cement Manufacture*, Vol 1 No 1 (1928), pp 1-2

[11] Ibid., Vol. 3, No 1 (1930)

New Chilean Cement Works?

The American Consul at Antofagasta states that there is a proposal to erect a cement factory between Valparaiso and Santiago, not far from the plant of the Soc. Fabrica de Cemento El Melon.

The Entropy of Portland Cement.

By GEOFFREY MARTIN, D.Sc. (London).

PRACTICAL engineers are not apt to overlook the fact that when they are dealing with furnaces in which substances are made to undergo chemical or physical changes it is not only the quantity of heat which counts, but even more so the thermal pressure (or temperature, as physicists call it) at which the heat is delivered to the substance. For example, 100 British units of heat available at a thermal pressure of 212 deg. F. are much less valuable than 100 units available at, say, 2,600 deg. F. In the one case 100 units of heat will produce no cement clinker at all, and in the other case the 100 units of heat can be converted into an equivalent amount of clinker.

The ordinary thermal balance of the rotary kiln is practically valueless from a technical point of view, because the quantities of heat are all expressed as so many B.Th.U.'s without distinguishing whether these B.Th.U.'s are available at a high or low thermal pressure or temperature.

For example, when the flame temperature is only 1,481 deg. F. it is necessary to burn an infinite amount of coal in order to produce an ounce of clinker, whereas when the flame temperature is at its maximum of 5,370 deg. F. (2,966 deg. C.) we can produce 100 tons of cement clinker by the expenditure of only 6.36 tons of standard coal. With a flame temperature of 2,600 deg. F. we could produce 100 tons of clinker by the combustion of 21.8 tons of standard coal.

The writer claims that ignorance of this factor has been largely responsible for retarding progress in cement kiln construction during the last thirty years, and many costly experiments have been carried out which (it could have been predicted beforehand) were doomed to failure because the designers were unaware of this fundamental fact of thermodynamic.

Mathematical physicists express the fact that not only is the quantity of heat important, but also the thermal pressure or temperature at which it is delivered, by introducing the conception of "entropy." The change of entropy of a substance is measured by the quantity of heat which passes into the substance divided by the absolute temperature at which it passes in. In mathematical language, if ϕ be the change of entropy, Q the quantity of heat, and T the absolute temperature, then

$$\phi = \int \frac{dQ}{T}$$

The units of entropy are termed "Ranks" after the engineer Rankine, who largely developed the conception of entropy as applied to steam engine and boiler design.

The conception of entropy is of prime importance to the steam engineer. By its means problems in steam engineering are easily and rapidly solved which would be difficult, if not impossible, to solve by any other method.

The fundamental advances in the design of furnace boilers and steam engines within modern times largely sprang from the conception of entropy and available energy. The entropy tables published by Professor Callendar and others within recent years have made the necessary data accessible to all steam engineers. Of no less importance for correct cement kiln design is a knowledge of the magnitude of the entropy changes which occur at different stages of cement clinker formation.

Calculations on the thermodynamics of cement formation* show that by suitable thermodynamic design an ideal kiln could produce 100 tons of cement

CHANGE OF ENTROPY OF THE SOLID MATERIALS WHICH OCCUR IN MAKING LB OF PORTLAND CEMENT CLINKER REACKONED FROM 32 DEG AS ZERO

Temperature t Deg F	Temperature T Deg F	Entropy ϕ Ranks		Remarks	Total change of entropy during different stages	Total change of entropy during different zones
32	492	0 00			+ 0 128	Drying zone, 0 124
212	672	0 124				
212	672	0 124	at beginning of 212 deg F	Evolution of water from hydrated silica	+ 0 006	
		0 130	at end of 212 deg F			
212	672					Preheating zone 0 447
312	772	0 189				
412	872	0 238				
512	972	0 282				
612	1,072	0 322				
712	1,172	0 358				
812	1,272	0 391				
912	1 372	0 422				
1 012	1 472	0 450				
1,112	1,572	0 477	at beginning of 1 112 deg F	Evolution of water from kaolin	+ 0 009	
		0 486	at end of 1 112 deg F			
1 212	1 672	0 510				
1 312	1,772	0 534				
1 412	1,872	0 556				
1 481	1 941	0 591				
1 481	1,941	0 591	at beginning of 1 481 deg F	Evolution of CO from calcium carbonate	+ 0 418	Decarbonating zone, 0 418
		0 989	at end of 1,481 deg F			
1,481	1,941	0 989			—	Sintering zone, 0 0582
1,581	2,041	1 0033				
1,681	2,141	1 0168				
1,781	2,241	1 0297				
1,881	2,341	1 0420				
1,981	2,441	1 0539				
2,081	2,541	1 0651				
2,181	2,641	1 0761				
2,281	2,741	1 0864			—	
2,381	2,841	1 0967			—	
2,481	2,941	1 1063				
2,498	2,958	1 1080				
2,498	2,958	1 1080	at beginning of 2,498 deg F	Evolution of heat due to exothermic reaction of clinker	−0 0608	
		1.0472	at end of 2,498 deg F.			

clinker by the combustion of 6.36 tons of standard coal (12,600 B.Th.U.'s per lb.), and that by modifying the design of kilns to conform to the changes of entropy in the raw material in different parts of the kiln, kilns very much more efficient than any now existing could be constructed. Practical kiln designers familiar with thermodynamic theory will welcome the table on page 679, in which I have calculated the change of entropy of the solid materials in making 1 lb. of Portland cement clinker reckoned from 32 deg. F. as zero. So far as I am aware, this is the first time that such tables have been calculated for the cement industry. No doubt more accurate tables will in future be made possible when the thermal data relating to cement formation have been more accurately determined.

The German Cement Industry in 1929.

ON February 27, on the occasion of the Berlin meeting of the German Cement Federation, Dr. H. P. Riepert, the President of the Federation, made the following statement relating to the past year:

While in 1928 the German cement industry, including the works independent of the Federation, marketed 8½ million tons, the early part of 1929 showed an almost complete cessation of sales due to the extreme winter. In April, however, this was followed by an unprecedented demand. Thus, while 1928 was characterised by a gradual growth of trade, the greatest extremes were experienced in the year 1929.

Although the 1929 sales of the works forming the cartel were 500,000 tons (or 7 per cent.) lower than those of 1928, nevertheless the total amount of cement marketed was 8,440,000 tons. This was due to the increased consumption of natural cements and of Portland cement produced by independent firms. The home consumption during 1929 was 7,370,000 tons.

The foreign trade in cement during 1929 compares unfavourably with 1928, as is indicated by the following figures:

	1928	1929
Imported into Germany ...	144,000 tons	154,000 tons
Exported . . .	1,090,000 ,,	1,070,000 ,,

In spite of the increase in the costs of production in 1929 (chiefly due to coal and wages) the cartel was able to avoid increasing the selling price, even though, in the competition with foreign cement, with independent firms, and with natural cement, discounts had to be allowed in the most fiercely contested districts.

The present economic position must be regarded as unfavourable, since, in spite of the past mild winter, there are more than 2½ million unemployed in Germany, while the orders for 1930 from Government bodies, municipalities and the general public are below those for the preceding year.

The German cement industry is participating in the projected International Cement Bureau at The Hague. It is not proposed that this should be a commercial organisation, but rather a centre for the collection of statistics and for the advancement of the common interest, offering opportunities to its members for the mutual appreciation of the requirements of the industry.

The remaining questions dealt with by the meeting were of a domestic nature, such as the specific German requirements as regards the provision of dwelling houses, and the means of satisfying them.

Transporting and Elevating in Cement Works.

By A. C. DAVIS. M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(WORKS MANAGING DIRECTOR, ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

THE many processes involved in the manufacture of Portland cement often necessitate a large amount of elevating, conveying and transporting. The delivery of the raw materials from the quarries is usually effected by railway or ropeway, but the raw material must be conveyed from the preliminary storage to the mills, from the mills to the silos or mixers, and then to the kilns; the clinker from the kilns to the stores and from the stores to the mills; the finished cement from the mills to the warehouse, silos, or equivalent, and so on. Elevating is also necessary in many stages of the process.

With soft raw materials mixed by the wet process the chalk and clay are usually delivered direct into the preliminary washmill, but for dry raw materials



Fig. 1.—Belt Conveyor.

the conveyors from storage are usually of the band or belt type (Fig. 1), troughed where necessary to increase their capacity, and uncovered; owing to the nature of the material there is no necessity to enclose them. Conveyors are sometimes installed at a rising gradient where the height is small, to operate as elevators as well as conveyors. The maximum inclination for duty of this kind would be 30 deg., but this steepness should be avoided if possible. The usual linear speed would be, say, 200 ft. per minute for inclined belts, and up to 350 or even 400 ft. per minute for horizontal belts.

The feeding of belt conveyors is usually accomplished by a mechanical device (Fig. 2) with the object of obtaining a layer of material of uniform thickness, and the belts are fitted with a skirt-board for a distance of 6 to 10 ft., at the feed end to prevent spillage of the material. Belts heavily loaded are supported upon rollers 3 or 4 ft. apart; this dimension may be increased if the belts are less heavily loaded. Discharge is usually, but not necessarily, effected at the end of

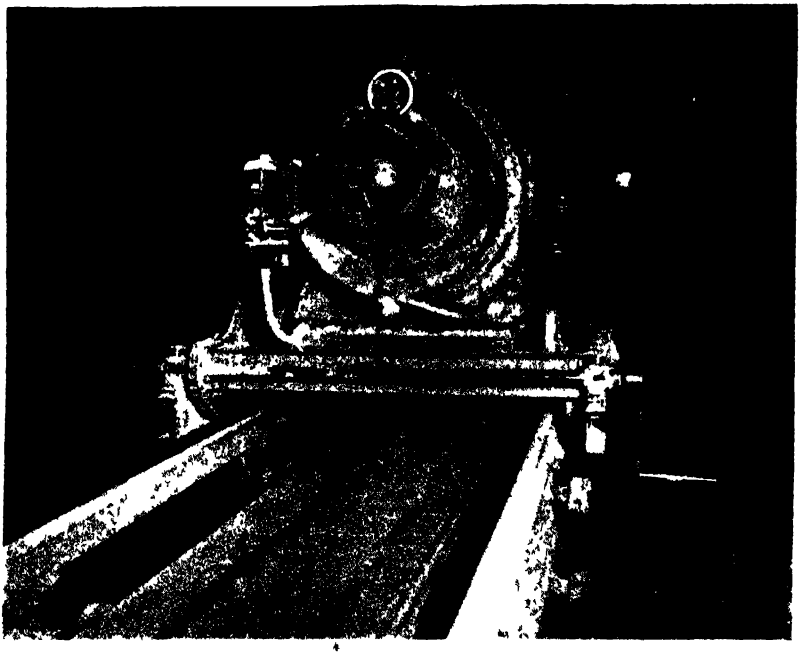


Fig. 2.—Extracting Gear under Silos.

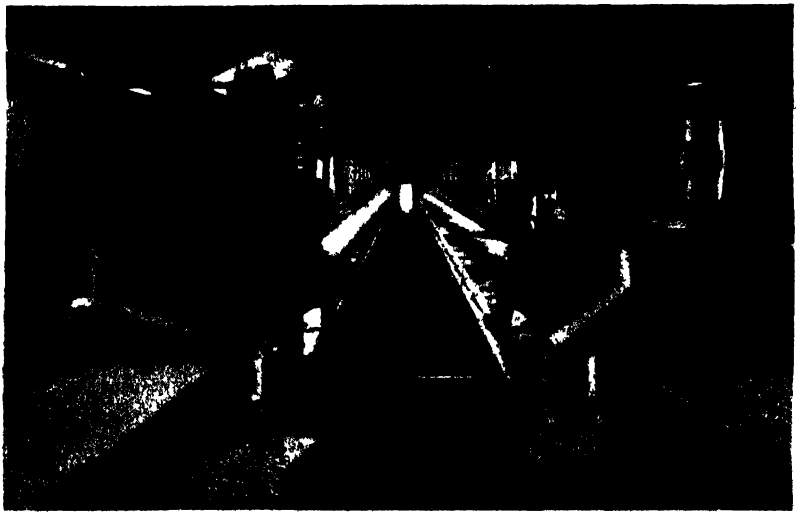


Fig. 3.—Belt Conveyors and Motor Driven Trippers.

the belt, delivery taking place on a chute into a hopper or otherwise, as required. Intermediate throw-offs are arranged when the material is to be delivered on one side or other of the belt at any intermediate position This throw-off attachment is movable, and supported upon track wheels which in turn are supported upon the same framework as the belt rollers (Fig. 3)

Driving is effected by an electric motor with reduction gear, or by a belt and spur gear. The driving end is usually fixed to the supporting framework, the provision for adjustment for variation in the length of the belt, etc., being made at the far end If the temperature variation of the material conveyed is small, screw adjustment only need be provided, if, however, the temperature variation is considerable, automatic adjustment must be arranged, this is usually obtained by means of a heavy balance-weight

Fig 4 shows a belt conveyor transporting raw material (*a*) the feed end with hopper and skirt boards, (*b*) the discharge end, (*c*) an intermediate throw-off, (*d*) a cross section through A A showing the troughing of the belt

Elevators are generally of the bucket type, operating within totally-enclosed casings Where the material is abrasive it is more usual to use belts as the flexible medium, but link chains are used where the material is not so abrasive. Belts may be either of the woven or canvas type, the latter would be made up into as many plies as necessary for the duty, load, and power If the material is very abrasive, canvas belts should be protected with a layer of rubber on both surfaces. The buckets may be arranged at from 12-in. to 36-in. centres; where the duty is comparatively small the larger dimension, and where large the smaller dimension, would be adopted For very heavy duty it may prove necessary to place the buckets as close together as possible without interfering with the discharge

Chain type elevators are adopted for the heaviest loads, up to 200 tons per hour Under these conditions the bucket capacity must be large, the buckets should be closely placed to obtain continuous discharge, and the chain must be amply strong

Where belts are used the speed may be up to 400 or 450 ft per minute, the exact speed depending upon the diameter of the head pulley With chains the speeds should be considerably below this figure It is easier to take advantage of centrifugal discharge effect in using belts than in using chains

The lip at the elevator head plays a very important part in controlling the discharge of any type of elevator The edge of the lip should be set in such a position with reference to the bucket as it commences its downward motion that the minimum amount of return into the boot is assured

Fig 5 shows two views of a bucket-type elevator (*a*) the material entering the boot and being dredged by the buckets, (*b*) the upper part with discharge and lip plates

In dealing with finished or partly finished material the same general principles apply, but the work may be carried out in a different way Bucket conveyors (Fig. 6) and shaker conveyors (Fig 7) are frequently used for clinker. In the raw material stage the amount of "fines" is very small, and, speaking generally, it is not always necessary to enclose either the elevators or the conveyors. Further, it is not possible to use spiral conveyors for the duty owing to the rapid wear and tear In the final stages of manufacture spiral conveyors are used owing to the facility with which they can be totally enclosed, and their dustless operation.

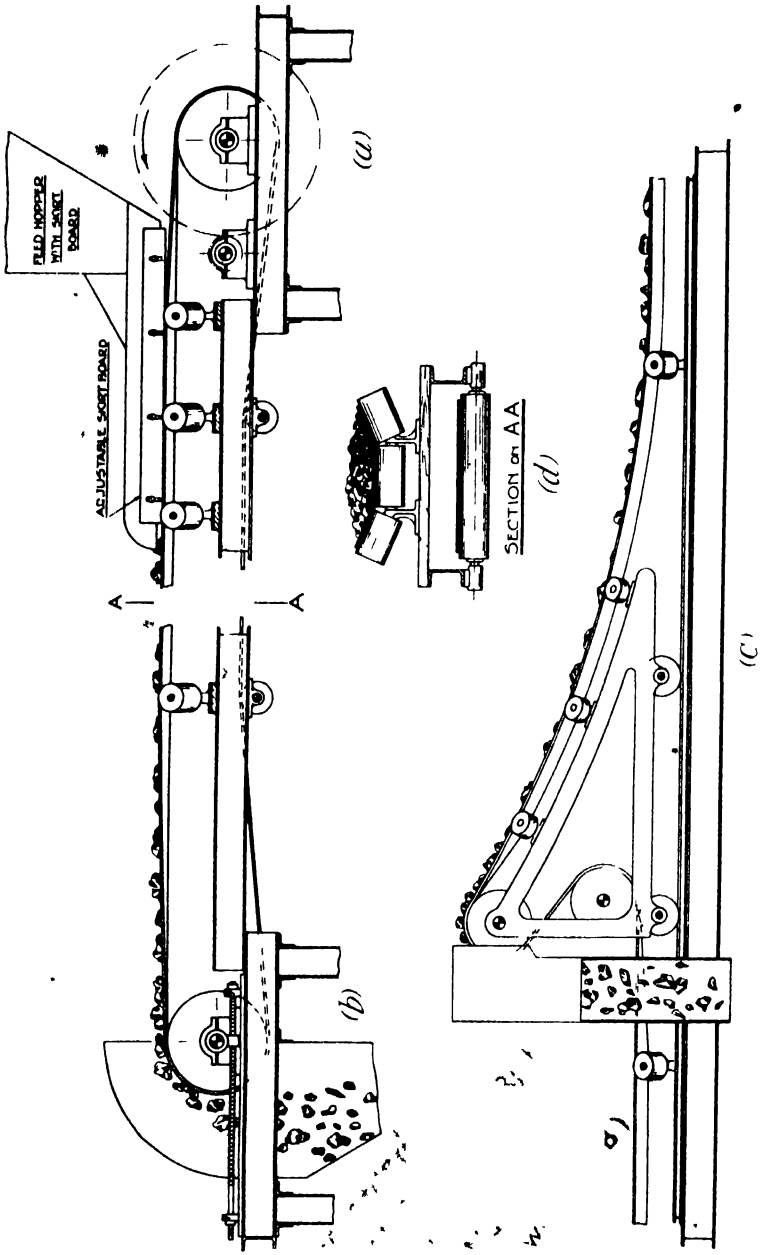


Fig. 4.—Belt Conveyor.

Spiral conveyors are manufactured in sizes from 6 to 24, or even 30 in. diameter if the quantity to be transported is large enough to warrant it. Usually the centre shaft is made of fairly heavy solid-drawn steel tube, and the blading is attached to this tube by welding or by a special form of palm bolt. The usual length of each piece of spiral is 10 or 12 ft., and successive lengths are connected by a supporting journal, which in turn is supported by its bearing, attached to, or supported upon, the casing in which the spiral rotates. This casing may be either of sheet steel or cast iron; if, however, the spiral is to be

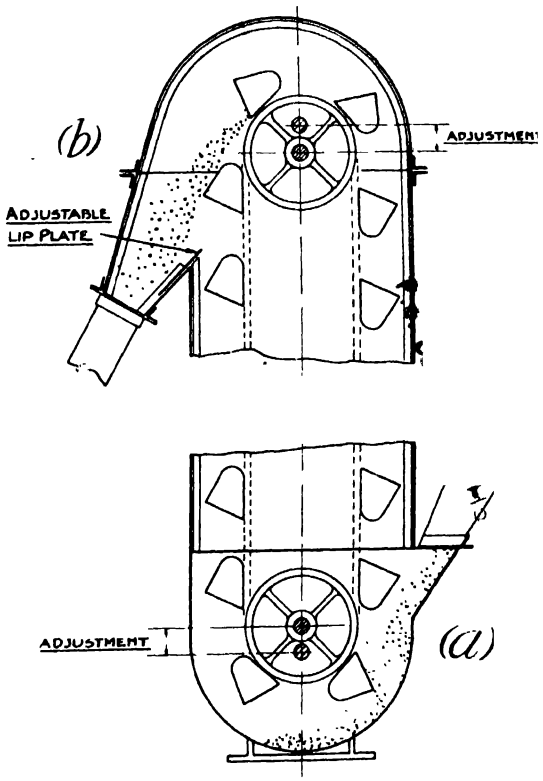


Fig. 5.—Elevator.

positioned in or beneath the floor, the casing may be of concrete formed *in situ*, the bearing supports being provided in the same way.

Fig. 8 shows a typical spiral conveyor: (*a*) a longitudinal section; (*b*) a cross section showing a mild steel casing; (*c*) a similar section in concrete casing.

The usual speed of the spirals varies from 100 r.p.m. for the small size to, say, 50 r.p.m. for the 15-in. size, and, say, 30 r.p.m. for the 24-in. size. The 6-in. size at a suitable speed would convey up to 5 tons per hour without difficulty; the 24-in. would convey up to 100 tons per hour. Owing to the constant stirring-up effect of the spiral, it is necessary totally to enclose it, whatever the type of casing. Mild steel casing usually has a cover of sheet steel bolted down to the

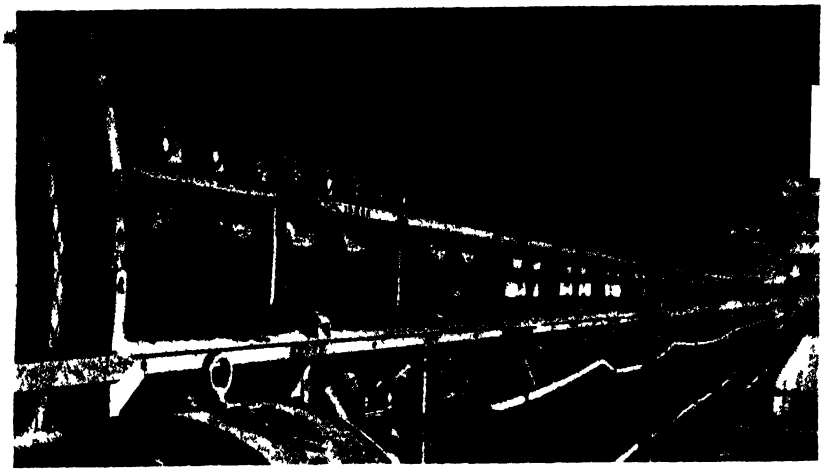


Fig 6.—Bucket Conveyor

angled edges of the trough In the case of concrete, it is usual to cover the spiral by chequered floor-plate weighing, say, 10 or 12 lbs per sq ft , and the weight is sufficient to keep this plate in position

It is desirable to keep the surrounding atmosphere free from dust, and to effect this the conveyor casing, whether of steel or concrete, may be subjected to a slight negative pressure by an exhausting fan This fan withdraws from the casing whatever amount of air is necessary to produce a slight draught inwards

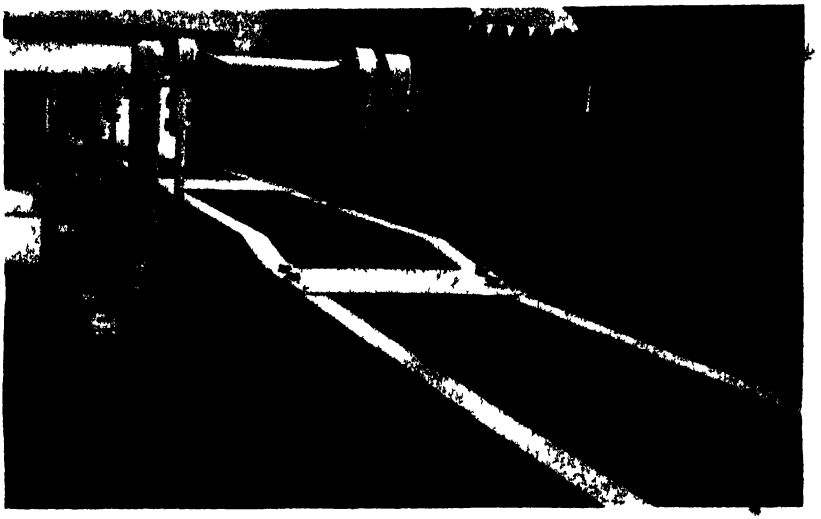


Fig. 7.—Shaker Conveyor.

Sometimes the casing is enlarged at the top and takes the form of an inverted trough, thus forming a hood and increasing the air space.

Band conveyors are rarely used for finished cement owing to the dusty atmosphere caused by the discharge. Where this type of conveyor is adopted for this purpose it is necessary totally to enclose both the feed and the discharge end to reduce the dust trouble.

Elevators, especially the larger sizes, are troublesome when dealing with a highly-floured material. Whenever possible they should be of the continuous-bucket type (Fig. 9) operated at comparatively low speed, and the capacity obtained by bucket size rather than bucket speed. Chain belts are in common use for this duty, and the wear and tear have not proved abnormal. Malleable iron links with manganese steel bushes and pins are the materials mostly used, and the performance of parts made of these materials has proved satisfactory.

Since silos have come into general use for the storage of finished cement a new difficulty has arisen, namely, the abnormal height of lift. Silos are frequently up to 100 ft. high and although it is possible to design an elevator for a

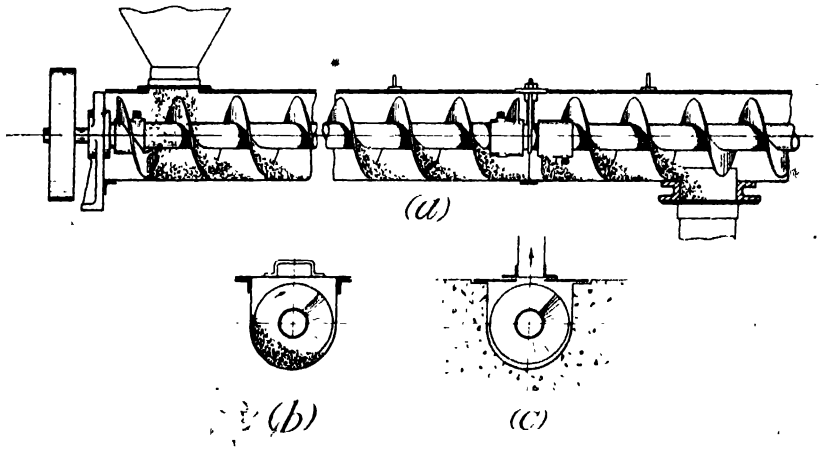


Fig. 8.—Spiral Conveyor.

100-ft. lift it would probably prove more satisfactory to deal with the total height in two lifts; the discharge of the lower elevator would then be arranged to deliver into the boot of the upper elevator.

For the duty of elevating to silos there are now two pneumatic methods of transporting floury material: (1) the Fuller-Kinyon pump, in which the air pressure is greater than that of the atmosphere, and (2) the F.L.S. transport system, in which the air pressure is lower than that of the atmosphere. Mild steel pipes are used for both, and the cement is conveyed through these pipes after being mixed with a suitable quantity of air. The amount of air necessary would be 300 to 800 cu. ft. of air per ton of cement; the quantity would depend upon operating conditions.

The Fuller-Kinyon pump is made of a strong spiral rotating at a very high speed in a totally-enclosed casing. The cement is fed into the casing at the inlet end of the spiral and discharged into the pipe-line at the remote end; when discharging, it is intimately mixed with high-pressure air through the medium of a flange with a large number of holes. As the direction of flow of the air is

in agreement with the desired flow of the cement, the cement-air mixture thus flows at high velocity (60 to 80 ft. per second) through the pipe-line, and is discharged at the remote end. No difficulty of any kind arises in transporting through a vertical pipe-line; difficulties may, however, arise in transporting up a rising gradient or in a horizontal line, owing to the tendency to drift if the air velocity or air quantity is too low. A velocity of 60 ft. per second is possibly on the borderline of trouble and should be adopted only for very short pipe-lines. A velocity of 80 ft. per second appears safe for most conditions, but in very long lines the quantity and velocity should both be increased. This means

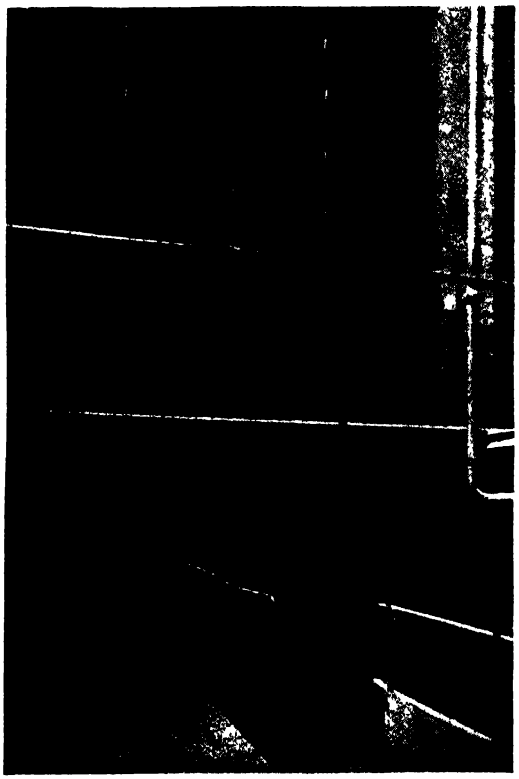


Fig. 9.—Bucket Elevator.

of transport is already in use in pipe-lines up to 3,000 ft. in length. The system may be especially advantageous for transport lines which are not straight, and for this reason it can often be used where normal conveying and elevating systems would be impossible.

Fig. 11 shows one of these pumps, and Fig. 10 is a section :—(*a*) the casing; (*b*) the feed inlet; (*c*) the spiral; (*d*) the driving motor; (*e*) the coupling; (*f*) the air ring; (*g*) the discharge opening; (*h*) the beginning of the pipe-line.

The power figure and cost of this method are naturally high for short lengths of transport, but where the length of transport is considerable and the difficulties abnormal it has in many cases proved economic and successful. Compressed

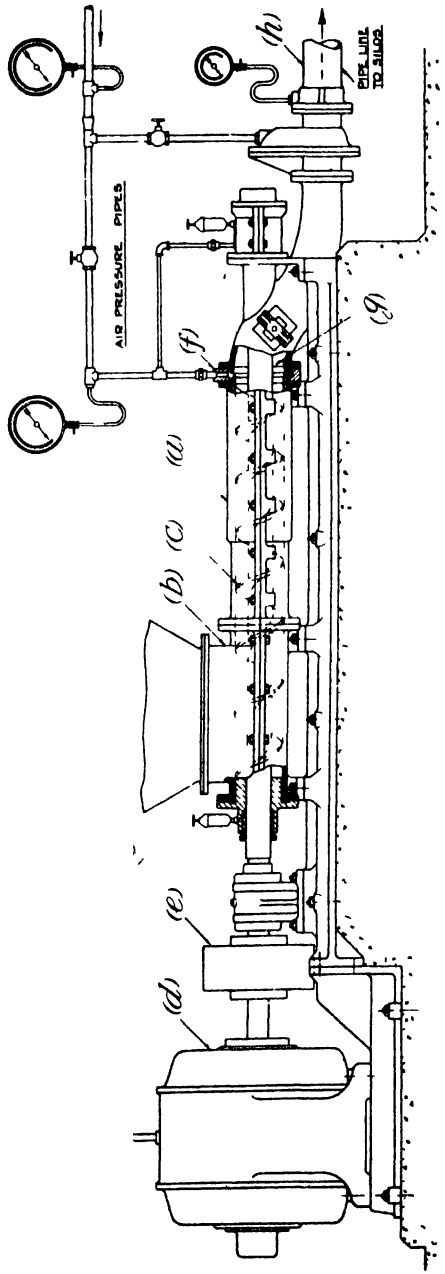


Fig. 10.—Section of Fuller-Kinyon Pump.

air is convenient for many operations and particularly for use in that referred to, but owing to the low efficiency of the compressor it is costly to produce.

The F.L.S. system is operated in a different way. It is usual to have two containers, each of 2 or 3 tons capacity, depending upon the capacity of the plant. Each container is connected through a series of pipes and valves to the tank or equivalent to be emptied, to the silo or store to be filled, to an exhauster, a compressor, and to the pipe-line. The containers are filled alternately, from the silo or tank, by the exhausters. They are emptied in the same way by the compressor, delivery being effected to the store or silo. By having two containers the process can be practically continuous, for while one container is

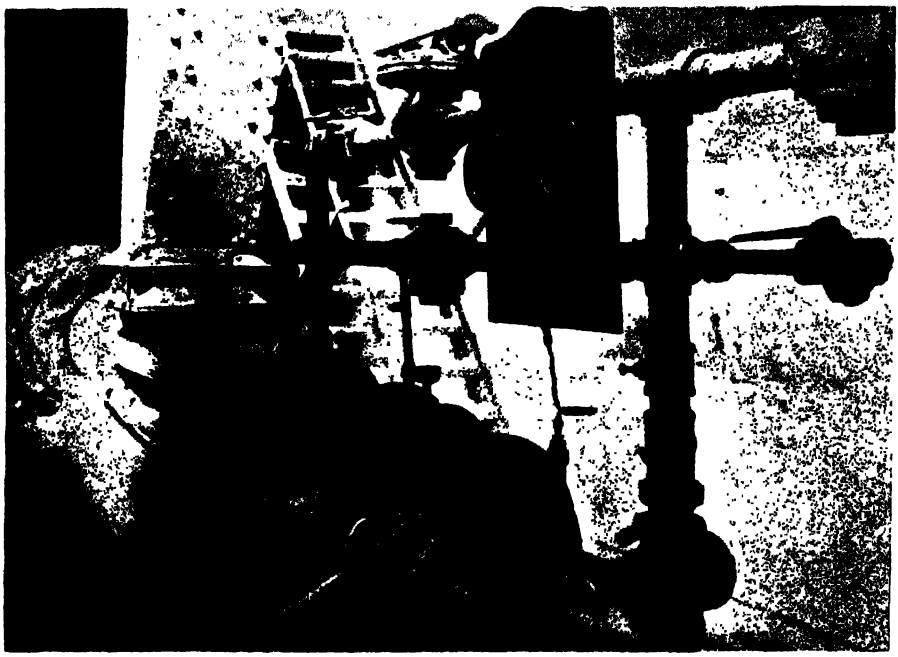


Fig. 11.—Fuller-Kinyon Cement Pump.

being filled by the exhauster the other is being emptied by the compressor. Care and attention are necessary to prevent leakage through one or other of the many valves and pipes.

This method of transporting is more or less in its infancy, but it has already proved possible to transport up to 30 or 40 tons per hour in this way. Some plants of this type are being erected in England.

In the Fuller-Kinyon system the cement is fed into the pump by external means, and the pump spiral with the addition of compressed air effects the transporting. In the F.L.S. system the cement is drawn into the container by the exhauster unit, and discharge is effected by the compressor unit. It is not possible to obtain general figures for power for the latter system. For the pumping system the power necessary may be anything from 3 to 5 B.H.P. per ton for a height of lift of 100 ft. with a total pipe length of 500 or 600 ft.

The Latest Developments of the Japanese Cement Industry.

AN extensive paper by M. Fujii deals with the present position of the Japanese cement industry, a subject which has already been dealt with in CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE on a number of occasions.* Up to the present, however, no communication has appeared here relating to the quality of Japanese cement as defined by the standard specification, nor to the economic development and organisation of the industry. The first Japanese standard specification was made compulsory in 1905 by a decree of the Minister for Agriculture and Commerce. It has since been three times revised, in 1909, 1919 and 1927. Table I gives a summary of the development of the specification.

TABLE I.†

Date.	Specific gravity.	Fineness: Sieve, in.	Fineness: Residue, per cent.	Setting time: Room temp. F.	Setting time: Initial, hours.	Setting time: Final, hours	Soundness tests.
Feb., 1905	—	76 × 76	10	—	1	10	Cold water, boiling and kiln tests.
Dec., 1909	—	76 × 76	5	—	1	10	Cold water and boiling tests.
June, 1919	3.05	76 × 76	3	—	1	10	,,
April, 1927	3.05	180 × 180	17	59—77	1	10	,,

Date.	Tensile strength, lb./sq. in.: Neat cement	1 : 3 mortar.		Crushing strength, lb./sq. in. 1 : 3 mortar	Standard sand.	Analysis: Loss on ignition, per cent	MgO, per cent	SO_3, per cent.
	7 days	7 days.	28 days.	28 days.				
Feb., 1905	350	100	215	1,700	Tokyo	—	3	2.0; 1.5 for marine work.
Dec., 1909	350	115	230	1,700	,,	—	3	,,
June, 1919	430	140	255	2,000	,,	5	5	2.5; 1.5 for marine work.
April, 1927	570	200	300	3,000	Soma	4	3	2.0

The low strengths specified prior to 1919 were necessary owing to the use of the Tokyo standard sand. This sand, which consisted of two grain sizes, was obtained by crushing quartzite and grading between three sieves having approximately 20, 30 and 40 meshes to the linear inch. After the introduction of the new Soma standard sand (a quartz sand of uniform grain size, graded between the 20 and 30 sieves), considerably higher strengths were attained, which were first incorporated in the specification of April, 1927. The following

*CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, Vol. II, No. 7 (1929), pp. 204/205; Vol. III, No. 2 (1930), pp. 308-311.

† The original specifications are in metric units, which have been approximately converted into British units to aid comparison.

synopsis gives an approximate comparison of the strengths obtained with the present Japanese standard sand and the German and American standard sands.

Standard sand.	Tensile strength.	Crushing strength.
Japanese	100	100
German	97.2	96
American	103.8	107.2

Since there is up to the present no public cement testing establishment in Japan, we must utilise the figures published by the Technical Association of Japanese Portland Cement Manufacturers, to enable us to form an opinion on the quality of Japanese cements. Table II gives a general idea of the improvement in quality since 1924.

TABLE II

Test	Feb June, 1924	January, 1928.
Number of cements tested	31	28
Residue on 180 sieve	10.04 %	3.7 %
Specific gravity :—		
Air dried	3.121	3.144
Ignited	3.160	3.181
Setting time —		
Water	25.1 %	25.9 %
Initial	3 hr. 49 min.	2 hr. 53 min.
Final	7 hr. 9 min.	4 hr. 34 min.
Room temp.	60.8 ° F.	68 ° F.
Tensile strength, lb./sq. in :—		
Neat 7 days	925	1,086
1 : 3 mortar 3 ,,	—	408
1 : 3 mortar 7 ,,	351	471
1 : 3 mortar 28 ,,	439	552
Crushing strength, lb./sq. in :—		
1 : 3 mortar 3 days	—	4,579
1 : 3 mortar 7 ,,	3,640	6,320
1 : 3 mortar 28 ,,	5,048	8,003
1 : 3 mortar 34 ,,	—	9,050
Standard sand	Soma	Soma
Chemical analysis :—		
Loss on ignition	1.42 %	1.09 %
Insoluble residue	0.53 %	0.36 %
SiO_2	22.30 %	22.09 %
Al_2O_3	6.77 %	5.66 %
Fe_2O_3	3.32 %	3.16 %
CaO	63.00 %	64.79 %
MgO	1.25 %	1.26 %
SO_3	1.27 %	1.23 %
Moduli :—		
SiO_2/Al_2O_3	3.29	3.90
SiO_2/R_2O_3	2.21	2.50
Al_2O_3/Fe_2O_3	2.04	1.79
Hydraulic modulus	1.92	2.07

It will be noted that the special characteristics of the Japanese cements are their relatively high silica content, their low alumina content, and the high strengths attained.

The fact that Japanese cements attain strengths over double those required by the standard specification has led the Technical Association of Japanese Portland Cement Manufacturers to propose as recently as 1928 a further revision of the specification, in which the following changes are suggested:

(1) Fineness: 12 per cent. residue on the 180 sieve.

(2) Strength

after	Tensile 1 : 3 mortar.	Crushing 1 : 3 mortar.
3 days	215 lb. per sq. in.	2,125 lb. per sq. in.
7 ,,	285 ,,	3,125 ,,
28 ,,	350 ,,	4,275 ,,

The organisation and economic development of the Japanese Portland cement industry is controlled by three associations: (1) the Technical Association of Japanese Portland Cement Manufacturers; (2) the Japanese Portland Cement Association; (3) the Japanese Cement Union. The Technical Association is a scientific organisation formed in 1909, which includes almost all the cement works. It has three sub-committees (the Standard Specification Committee, the Standard Sand Committee, and the Concrete Committee), and it holds general meetings at which reports and papers are communicated by members. The most important tasks undertaken by the Association have been the establishing of a uniform testing procedure and of the present standard sand.

Almost all cement works are also members of the Cement Union. This is a purely economic organisation, which every three months issues regulations limiting production. The existence of this ring, whose control may be expected to tighten as time goes on, results in the stabilisation of prices, whereby the financial position of the participating firms is rendered much more satisfactory.

The chief market for cement in Japan is the east coast. Climatic conditions are so favourable that seasonal fluctuations are not nearly so pronounced as in Europe and North America. Table III shows the seasonal variations in the amount of cement used in Japan. The monthly output ranges between 6.5 per cent. and 9.5 per cent. of the annual output, as compared with 3.0 per cent. and 12.0 per cent. in Germany and 4.0 per cent. and 11.5 per cent. in North America.

TABLE III.

MONTHLY PERCENTAGES OF TOTAL ANNUAL OUTPUT.

	Japan. per cent.	Germany. per cent.	N. America (Average of last six years). per cent.
January	6.5	3.0	4.0
February	6.5	5.0	4.2
March	8.0	8.0	6.4
April	9.0	8.0	8.6
May	9.0	10.0	10.3
June	8.5	10.0	10.8
July	8.5	12.0	11.1
August	8.5	12.0	11.5
September	8.5	12.0	11.0
October	9.5	12.0	10.6
November	9.5	5.0	7.2
December	8.0	3.0	4.5

The Japanese figures for restriction of output are given in Table IV:—

TABLE IV.

	Maximum restriction of output. per cent.	Average restriction of output. per cent.
June-August, 1928	32	27.6
September-October	26	22.8
November	30	26.4
December-February, 1929	35	29.8
March	33	30.0
April-May	26	23.7

Taking the exported cement into account, the factories are working very nearly at full capacity. The capacity coefficients for the last few years are:

	No. of Works.	Capacity Factor (Average value). per cent.
1925	26	83.1
1926	30	92.0
1927	30	92.5
1928	30	93.5

Up to the present, reliable statistics for the distribution of output among the various types of work have been lacking. The following approximate figures are, however, available:

	per cent.
Railways	13.9
Water power works	10.3
Harbour works	3.0
Roads and bridges	6.2
Various public works	9.3
Public buildings and dwelling houses	23.6
Mines	1.0
Cement products	2.2
Private use	29.7
Miscellaneous	0.8

In spite of the fact that Japan is fourth on the list of cement producing countries, the consumption per head of population is relatively low, as is shown in the following table

CONSUMPTION OF CEMENT PER HEAD OF POPULATION PER ANNUM.

	Barrels.		Barrels.
Belgium	2.0	Italy	0.6
N. America	1.46	England	0.47
Denmark	1.0	France	0.43
Norway	0.8	Japan	0.3
Germany	0.7		

The present low consumption is, however, the best guarantee for the future development of the Japanese Portland cement industry.

OBITUARY.

The death is announced of Mr. Myram Hance Hammond, Vice-President of The Great Lakes Portland Cement Corporation, which occurred on March 5th, 1930.

The Polish Cement Industry.

By ANTONI EIGER.

THE Polish cement industry has developed considerably from the year 1910. After the great war there were 16 cement plants in Poland, most of them situated in the south-western corner of the Republic, on the Cracow-Wielun ridge of Jura chalk, in the neighbourhood of the Dabrowa, Cracow, and Upper Silesian coal basin, as shown in Fig. 1. The Ros, Firley, and Zdobunów plants, situated in eastern Poland, were partially or totally destroyed during the war, after which they were gradually rebuilt, and again started operations in 1923, 1926 and 1928 respectively.

The increase of the production capacity of the plants has been very rapid. Development was slow in the years 1918-21 owing to the Russian-Polish war

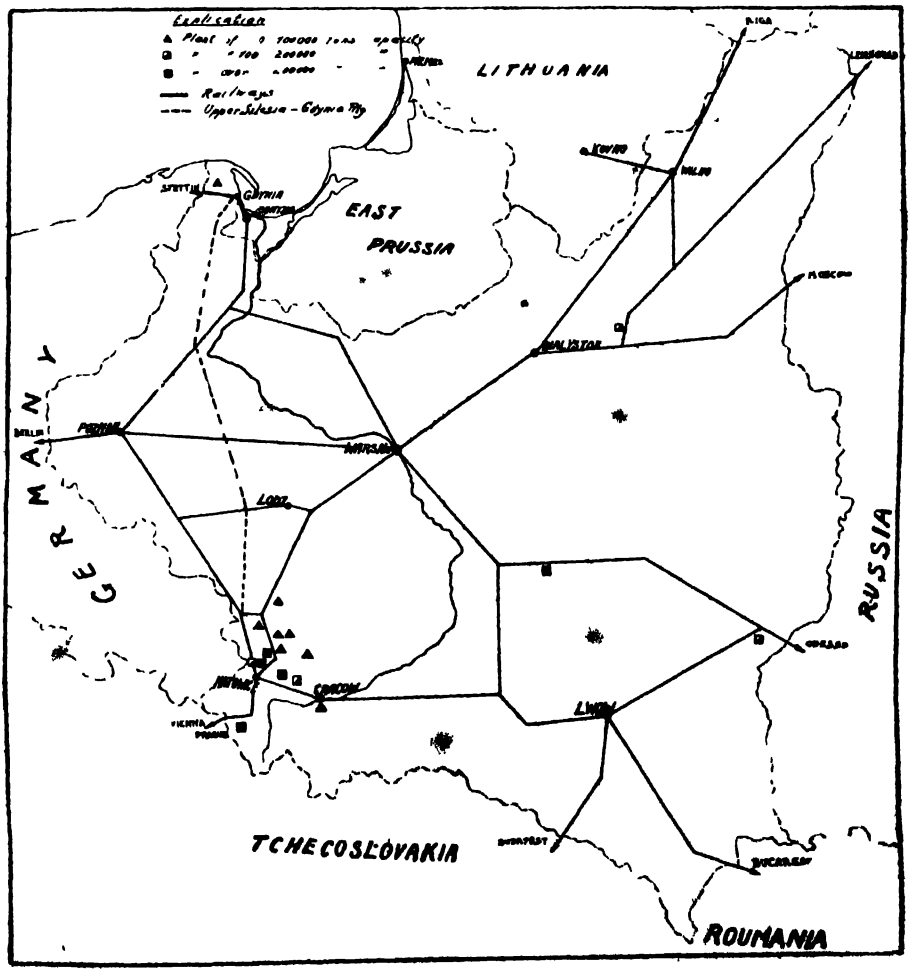


Fig. 1.

and the financial troubles of the young State. The sales have increased from less than 200,000 tons a year in 1920 to 1,000,000 tons in 1928. The capacity of the factories has increased from about 750,000 tons in 1919 to 1,000,000 tons in 1925, 1,250,000 tons in 1927, and 2,000,000 tons in 1928.

The capacity curve runs nearly parallel to the curve of demand. During the year 1929 the cement producers, encouraged by the good market of 1928, put in hand big enlargements of their plants, and the construction of a new plant of 150,000 tons capacity was also started last year. The consumption of cement is relatively very small. It reaches a little more than 30 kg. per head, while in Germany this figure is about 100, and in the U.S.A. more than 200 kg., so that there is much scope for increased demand.

As a result of the great recent development of the industry nearly all the Polish plants have up-to-date equipment. The percentage of production by plants not equipped with rotary kilns has decreased from 13.3 per cent. in 1920



Fig. 2.

to 3.9 per cent. in 1929. The percentage of production made by different kilns is: rotary kilns (wet), 76.0; rotary kilns (dry), 17.6; automatic shaft kilns, 2.5; shaft kilns, 3.9.

The raw materials are: limestone and clay, 74.0 per cent.; chalk and clay, 13.5 per cent.; natural marl, 12.5 per cent. Natural marl is used by three works, but has to be corrected by a small proportion of chalk or clay. All works use pulverised coal for heating the kilns.

The insufficient demand in the Polish market has forced the Polish manufacturers to look for foreign expansion, but they are handicapped by the geographical position of the country. As already mentioned, the greater part of Polish cement production is in the south western part of Poland, which is over 400 miles from the sea. Another difficulty until recently was due to the fact that there were but very few direct shipping lines from Danzig and Gdynia, which meant that cement for abroad had to be loaded on to the railway, shipped at Danzig or Gdynia, and in many cases trans-shipped at Hamburg or Antwerp, so that foreign trade was almost impossible. This state is now changed owing to the rapid development of Gdynia, which is now connected by direct lines with India, South America, the U.S.A., and the Near East, so that cement can be shipped direct to these countries. Another great advantage will result from the opening of the Upper Silesia-Baltic Railway, which will be finished in 1932.

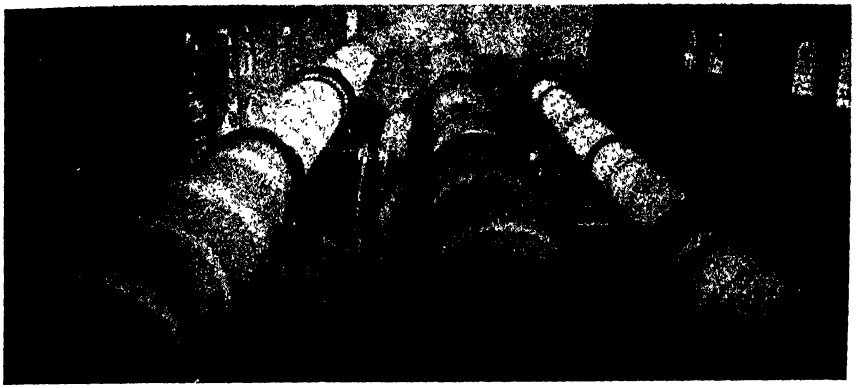


Fig. 3.

The following figures show the export shipments of Polish cement. The principal markets are the Baltic States, South America, the Straits Settlements and the Near East: 1924, 29,600 tons; 1925, 11,800 tons; 1926, 41,100 tons; 1927, 150,436 tons; 1928, 95,294 tons.

Combination in the industry has proceeded rapidly in the last three years. In 1926 there were two groups owning 45 per cent. of the total production, while the remaining 55 per cent. was divided among thirteen companies. In 1927 three groups owned 67 per cent., 33 per cent. being owned by eleven companies. In 1928 the three groups increased their production to 85 per cent., leaving 15 per cent. to eight independent units. Finally in 1929 two groups controlled 90 per cent., while the remaining 10 per cent. belongs to four companies.

The sale of cement for both inland and foreign markets is carried out by Centrocement, Ltd., of Warsaw, which acts as sole representative agent for



Fig. 4.

all Polish works. A special department of the Centrocement Co. carries on propaganda on the uses of cement, and thus contributes to the enlargement of the local market.

Fig. 1 is a map showing the distribution of cement works in Poland; Fig. 2 is a general view of the Rejowiec works; two 235 ft. by 10 ft. and one 150 ft. by 8 ft. kilns at the Wysoka works are shown in Fig. 3; Fig. 4 is a view of work being carried on at night in a Polish quarry by the aid of a searchlight.

Book Review.

" Guide pratique du chimiste dans l'industrie du ciment." By Constantin Tsountas. Pp. 102. Paris: " Revue des Matériaux de Constructions." Price 20 fr.

There are three classes of readers to whom a guide of this description should be useful: first, trained chemists desiring to enter the cement industry who have no practical experience of the manufacture; second, untrained assistants to works chemists who aspire to more responsible posts; and third, managers or superintendents of cement works with little chemical knowledge who seek sufficient information to enable them to ascertain whether the works chemists are exercising proper control over the manufacture. The book gives methods of chemical analysis of cement and its raw materials, including rapid lime determination. Routine tests for slurry and flue gases are described, and methods of testing fuels, lubricants, and water are included. No information is given as to what constitute good or bad flue gases or fuels or lubricants, so that the intelligent reader would ultimately be forced to seek other text-books for the purpose of interpreting results obtained by the guidance of this volume.

A procedure for ascertaining the " burning value " of cement raw-material mixtures is described, and a standard has been set up to distinguish good slurries or raw meals from those not likely to give satisfactory results after burning in the rotary kiln. The method is to heat a gramme of the raw-material mixture for 30 minutes at 950 deg. C. and to determine the insoluble matter in the calcined product. If this does not exceed 8 per cent., good results in practical burning may be expected; above this figure burning would be difficult, and above 12 per cent., practically impossible.

Objection must be made to the method described for determination of free lime in cement, involving as it does the treatment of the cement with *aqueous* sugar solution.

The determination of insoluble residue in cement is on unusual lines, the soluble silica being deliberately gelatinised and the subsequent solution of this silica being effected by washing with sodium carbonate solution on the filter paper. The more orthodox method is to dissolve the cement in such a way as to avoid precipitation of the silica and to boil the residue in sodium carbonate solution. The same process is given for determining insoluble residue in lime-stone and marl, but it is difficult to understand of what value such a determination can be.

In coal analysis, estimation of moisture content is specified at 70 deg. to 80 deg. C., a process certainly not conducive to accuracy; the standard method of coal analysis recommended by the Fuel Research Board includes a temperature of 105 deg. to 110 deg. C. for the moisture test.

Good advice is given to the chemist on such matters as the personal supervision of sampling, the written notification of defects in grinding and burning to those responsible for the processes, and so on. The cement works chemist's work is wasted unless he enforces attention to his recommendations.—S.G.S.P.

The Rotary Kiln in Cement Manufacture.—IV.

By W. GILBERT, Wh.Sc., M.Inst.C.E.

COAL AND CLINKER MEASUREMENTS.

Referring to Col. 7 on the Test Sheet it will be seen that the raw coal weighed out during the test was 282.8 tons. It is convenient for calculation purposes to express all coal quantities as "reckoned dry"; in this case the conversion is made as follows:—

	Tons.
Raw coal weighed out during test	282.80
Deduct moisture, 1.85 per cent.	5.20
Coal weighed, reckoned dry	277.60

Contra Account.—To be deducted there is a loss of 5.58 tons of coal from the drier as volatile matter and dust (this will be dealt with later), an allowance of 2.35 tons for a higher level in the fine-coal hopper at the end of the test, and an estimated allowance of 5.87 tons for warming up the kiln every three hours after the stops to take the coal by-pass readings. All these quantities are reckoned dry, and their total is 13.80 tons; hence the correct figure to take for the weight of dry coal used by the kiln is (277.60 − 13.80) = 263.80 tons.

Clinker Made.—The total clinker weighed out, including the spill at the cooler end, was 928.9 tons. The actual running time from Col. 2 was 133.3 hours, hence clinker output per hour =

$$\frac{928.9}{133.3} = 6.97 \text{ tons}$$

Standard Coal Consumption of Kiln.—From Col. 12 the average calorific value of the coal used was 13,513 B.T.U.'s per pound, hence—
Standard coal, per cent. on clinker =

$$\frac{263.8}{928.9} \times \frac{13,513}{12,600} = 30.47.$$

Draught Measurements.

The averages of the readings taken every three hours throughout the test are:—

	Ins. of water.
(1) In kiln hood opposite centre of kiln	0.25
(2) Inside kiln at gas exit end	0.39
(3) Opposite kiln at gas exit end	0.60
(4) At base of chimney	1.41

The chimney provided more draught than required, the average readings on each side of the kiln damper being 1.18 ins. and 0.62 ins. respectively.

For Figs. 1—7, see January number; Figs. 8—16, see March number; Figs. 17—20 and Kiln Test Sheet, see April number.

Temperature Measurements.

The average results are as follows :—

	Deg. Fahr.
(4) Air entering cooler	72
(5) Air entering kiln hood from cooler	569
(6) Clinkering zone, flame temperature	2,692
(7) Clinkering zone, material temperature	2,447
(8) Clinker leaving kiln	2,157
(9) Clinker leaving cooler	298
(10) Waste gases at kiln exit end	884
(11) Waste gases at base of chimney	591
(12) Air entering kiln from coal-firing pipe	85

The observations in lines 4, 9, 11 and 12 were taken every three hours, that in line 10 by a thread recorder, and the remaining observations were made during the day as opportunity occurred.

The temperature of the air entering the kiln hood from the cooler, line 5, was measured by the hot-air pyrometer previously described (refer to Fig. 10).

Three oval pipes, 3½ in. by 2½ in. inside, were built into the front of the kiln hood near the base (see Fig. 18), and these openings were used both for the air temperature measurements and for the quantity of air entering the base of the kiln hood from the clinker chute. The small gap between the base of the kiln hood and the firing platform was cemented up.

The figures in lines 6 and 7 were taken by an optical pyrometer and are assumed to be correct, but for line 8 the temperature of the clinker leaving the kiln, owing to the more exposed situation, the optical pyrometer apparently read about 185 deg. F. too low. The latter correction was determined by a water calorimeter, using a value for the specific heat of clinker of 0.25. It is, however, rather difficult to obtain the correct temperature of the clinker leaving the kiln under working conditions by a water calorimeter, and several attempts were made before results considered to be approximately accurate were obtained.

The calorimeter consisted essentially of an inner copper vessel containing water and an outer sheet-iron vessel, with about ¾ in. air space between. The outer vessel was covered with a thick layer of asbestos sheeting banded on. There were two lids, and a central tube leading down into the inner vessel. The calorimeter, secured to the end of an iron pipe, was inserted through the front door of the kiln hood and a few lumps from the outside of the stream of clinker leaving the kiln were caught in it. It was not always possible to secure a suitable quantity. The calorimeter was quickly withdrawn, and the inner vessel rapidly transferred to a duplicate outer vessel which had not been heated by insertion into the kiln hood. The temperature rise of the water was noted and the dry weight of the clinker afterwards obtained. The mean specific heat of the clinker over the range 2,200 deg.-60 deg. Fahr. was taken at 0.25.

It was found necessary to weigh the water in the inner vessel both before and after the experiment, since the white-hot clinker coming into contact with the water produced a certain amount of steam (usually from 1 to 1½ per cent. of the water used) which escaped. The latent heat of this quantity of steam had to be allowed for.

Usually all the other items which are concerned in the cooler heat balance are more easily measured, and from these figures the temperature of the clinker leaving the kiln can be calculated to some definite value of the specific heat.

Air Quantity Measurements.

To calculate the quantity of air flowing along a pipe or conduit we require to know (*a*) the mean water gauge due to velocity, (*b*) the area in cross section where the measurements are made, (*c*) the air temperature, and (*d*) the height of the barometer, a small correction being required due to variations of the latter. The weight of air flow, in pounds per minute, is obtained from the above quantities by the aid of Table I. The formula as given in the Table is

$$W = C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$$

The constant C, which takes into account the temperature of the air, is tabulated for each 50 deg. F. and the difference per degree is also given. For a full discussion of the subject reference may be made to "The Measurement of Air Flow," by E Ower, of the National Physical Laboratory.

The air velocity in various positions of a pipe cross section is often far from uniform; hence it is usually desirable to take observations at several points along each of two diameters at right angles, the points representing as far as possible equal areas of the cross section Suitable graduations are provided on the Pitot tubes in order that the depth of immersion may be adjusted by reference to the outer surface of the pipe Air velocity measurements should preferably not be made near to the delivery of a fan or just beyond bends or sharp turns in the pipe or conduit. A few feet of parallel channel previous to the cross section gauged, tends to render the air velocity more uniform than it otherwise would be.

TABLE No I

Measurement of Air Flow

Relation between the Weight of Air delivered per minute, Temperature, and Water Gauge due to Velocity

Temperature deg. Fahr	Value of C	Difference per degree	Remarks
60	302 6	0 275	
100	291 6	0 244	W = weight of air delivered in pounds per minute
150	279 4	0 216	
200	268 6	0 192	
250	259.0	0 174	a = area of pipe or conduit in square feet
300	250 3	0 156	
350	242 5	0 142	
400	235 4	0 130	i = water gauge due to velocity
450	228 9	0 122	
500	222 8	0 112	b = height of barometer in inches of mercury.
550	217.2	0.104	
600	212 0	0 096	
650	207 2	0.090	C = a constant which is tabulated for a range of air temperatures.
700	202.7	0 084	
750	198 5	0 080	
800	194.5	0 076	
850	190 7	0 066	Then $W = C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$
900	187.4	0.070	
950	183.9	0 064	
1,000	180.7	—	

The air temperature should be observed as soon as the velocity measurement is made

Air Entering Kiln from Coal-Firing Pipe.—The measurement was made about one foot before the venturi casting, where the fine coal enters the coal-firing pipe, hence it was clear of dust. The velocity head was observed by a N.P.L. light pattern Pitot tube, and an ordinary U-tube water gauge. The requisite figures are:—

Pipe 6 in. diameter, area of cross section = (a)	= 0.196 sq. ft.
Water gauge due to velocity = (i)	= 1.21 in.
Air temperature = t	= 83° F.
Barometer (b)	= 30 3 in.

To find C, for an air temperature of 83 deg. F., from Table I—

Value of C for t = 60 deg	= 302.6
Less 23 × 0 275	= 6.3
Hence C	= 296 3

and $W = 296\ 3 \times 0\ 196 \times \sqrt{1\ 21} \times \sqrt{\frac{30.3}{30}} = 64.2$ lbs. per minute.

Air Entering Base of Kiln Hood.—The cross section where the air velocity was measured is shown on Fig. 18. Three readings were taken at suitable distances through each opening by the Pitot tube arrangement shown in Fig. 12, the velocity tube facing downwards. The measurements were made by the tilting water gauge, since the velocity head was less than 3/4 in. The essential figures are:—

Area in cross section at gauge openings = (a)	18 2 sq ft
Average water gauge due to velocity (i)	= 0 049 ins
Air temperature = t	= 569° F.
Barometer = (b)	= 30 4 ins

To find C from Table I—

Value of C for t = 550 deg.	= 217.2
Less 19 × 0 104	= 2.0
Hence C	= 215 2

and $W = 215\ 2 \times 18.2 \times \sqrt{0.049} \times \sqrt{\frac{30\ 4}{30}} = 872.8$ lbs. per minute.

The average water gauge due to velocity has been given for the purpose of illustration, but in practice it is usual to take the square root of each velocity head and to average them for the mean value of $\sqrt{i}$.

The static water gauge (draught or pressure) at the cross section is observed on the tilting water gauge by removing at the tripod head the plug connection leading to the facing tube, leaving the static tube B (Fig. 11) alone connected. The mean value in this instance was 0.28 ins.

Air Passing up Cooler.—It is usual to make this measurement with an anemometer of the windmill pattern, since the air velocity is generally too low to give a measurable reading on a tilting water gauge of a robust design. The diameter of the cooler at the lower end is 5 ft. 6 in., giving an area in cross

section of 23.74 sq. ft. There is a short space at the cooler end, clear of the cascading channels, where the anemometer was used. The observation was made several times daily, and the mean air speed at the entrance to the cooler was found to be 424 feet per minute. The volume of air at 72 deg. F. is 13.4 cu ft. per pound, hence:

$$W = \text{lbs. per minute} = \frac{424 \times 23.71}{13.4} = 751.$$

The observation is somewhat troublesome to make owing to the dust from the cascading clinker. The air velocity at the cooler entrance is usually irregular, and the anemometer is moved over the cross section so as to obtain an average velocity.

From the two previous air measurements we have

	Lbs. per minute.
Air entering base of kiln hood	873
Air entering cooler	751
Difference	122

This difference, presuming the measurements have been correctly made, must represent the air leakage around the cooler hot end, and some air leakage through the brickwork into the clinker chute. The air entering the clinker chute

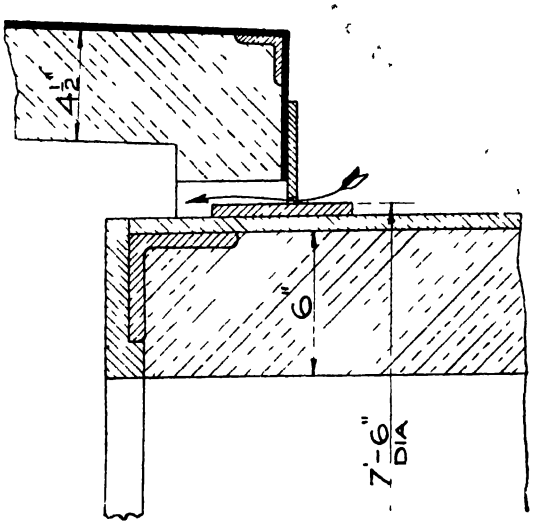


Fig. 21.—Kiln Hood Packing-Ring.

by leakage around the cooler end (Fig. 18) could not conveniently be gauged on account of the radiation from the cooler shell and the spill-out of red hot clinker.

Leakage Around Kiln Hot-End.—A diagram of the kiln-hood packing ring is shown in Fig. 21. A support tyre occurs within 7 ft. 9 in. of the kiln end; also the latter is of rigid construction and does not run much out of truth. It is therefore possible to set up the packing-ring reasonably close to the kiln circumference. The gap is gauged in eight positions, and the mean width found to be 0.271 inches. The leakage air is drawn in by the vacuum in the kiln hood, and it is apparent from Fig. 21 that almost the whole of the velocity head will be used in giving the air the initial velocity with which it enters the gap between the edge of the packing ring and the kiln shell.

The full area of the gap, which is an annulus of 90 in. diameter is

$$\frac{90 \times \pi \times 0.271}{144} = 0.532 \text{ sq. ft.}$$

The entering air has to turn a sharp corner around the edge of the packing ring, and a contraction of the jet takes place. For a sharp-edged orifice in a circular plate the contraction is approximately 0.63 of the full area, but here the conditions are different since contraction takes place at one edge only. A value of 0.80 is assumed, thus reducing the effective leakage area to $0.8 \times 0.532 = 0.426$ sq. ft.

The other conditions are:—

Draught in kiln hood = (*i*)	= 0.25 ins.
Temperature of entering air = t	= 70 deg. Fahr.
Barometer = b	= 30.3 ins.
Value of C from Table I	= 299.8

Hence from the formula

$$W = 299.8 \times 0.426 \times \sqrt{0.25} \times \sqrt{\frac{30.3}{30}} = 64 \text{ lbs. per minute.}$$

Total Air Entering Kiln.—This may now be summarised as follows:—

	Lbs. per minute.
By coal-firing pipe	64
By kiln-hood packing-ring leakage	64
Through cooler	751
Leakage into clinker chute (by difference)	122
Total	1,001

The above total may be accepted for the present, and later it will be compared with another estimation made from the weight of coal burned per minute and the coal and waste-gas analyses.

(To be continued.)

The Cement Industry in Spain.

By JULIAN GIL MONTERO.

THE development of the cement industry in Spain is of recent origin, and coincides with the activity of the building industry.

The first mill started in 1898. The owners, Sociedad Anónima Tudela-Veguín, adopted rotary kilns, invented some years before. Up to that date, all cement used in Spain had been imported. Sociedad Anónima Tudela-Veguín started their mill in the province of Oviedo, where they now have four rotary kilns, with a yearly capacity of 60,000 tons.

A few years later, in 1904, the Count of Güell, with the co-operation of José F. de Navarro and the Catalan architect, D. Rafael Guastavino, opened, in the province of Barcelona, a new mill which marketed " Asland " cement. In 1909 this mill was enlarged by two additional rotary kilns, over 130 ft. each, capable of a yearly output of over 105,000 tons. The Compañía General de Asfaltos y Portland Asland, owners of that mill, is to-day the leading cement concern in Spain, manufacturing 25 per cent of the national production, with a second mill in Moncada (Barcelona), started in 1917; and a third one in the province of Toledo (near Madrid), opened in 1926, having acquired the " Fama " cement mill, erected in Vizcaya in 1923. At present eight dry-process rotary kilns are in operation, with a yearly output of 500,000 tons. There are four other mills working on the dry process in the provinces of Madrid, Barcelona and Navarra, with ten rotary kilns and a yearly output of about 400,000 tons.

The wet process was first adopted in Spain in a mill in the province of Barcelona, owned by Don José Fradera, which started working in 1913, taking advantage of the rich quarries of Vallcarca de Sitges. This mill has three kilns capable of producing 135,000 tons per year, and manufactures both Portland and grappiers cement. There are four other mills using the wet process at Bilbao, Madrid, Toledo and Seville, with five kilns, and a yearly output which, including Mr. Fradera's mill, exceeds 300,000 tons. In 1926 Messrs. F. L. Smidth erected a mill for Cementos Griffi, S.A., at Villanueva y Geltrú (Barcelona), with one kiln producing 30,000 tons per year, and manufacturing white Portland cement only.

The thick slurry process, not yet popular in Spain, has been adopted by Cosmos, S.A., of Madrid. In 1924 this firm opened a mill at Toral de los Vados (province of León) with Amme, Giesecke and Konegen machinery. This mill can produce 60,000 tons per year with one rotary kiln.

There are seven mills working with thirty-three shaft kilns. The oldest belongs to Sociedad Aragonesa de Portland Artificial, of Zaragoza, which was opened in 1900, and which has four kilns in operation. The total yearly output of these seven mills is about 450,000 tons. These mills manufacture almost exclusively Portland cement, but a few of them produce puzzolanic and grappiers cement, and Zumaya, S.A., in the province of Guipuzcoa, manufacture the cement bearing their name. At present there are thirty mills in Spain, with thirty-three rotary kilns and as many shaft kilns.

The war caused a great scarcity of cement, and with the subsequent demand, Spanish manufacturers commenced to export their cements to the Allies. New mills were opened, and those already existing were improved. Hence the total annual production, which from 1905 to 1914 had increased

from 140,000 to 400,000 tons, reached 600,000 tons in 1920. National consumption was also increasing owing to the activity in the building trade. In the large towns streets were paved and roads constructed to carry heavy motor traffic of those days, and the use of cement increased so that the output was 730,000 tons in 1921, 800,000 in 1923, 1,175,000 tons in 1924, and 1,300,000 tons in 1925. In planning the new mills, the vicinity of the consuming markets was taken into account, and as there was already a number of mills in Northern and Central Spain, in 1922 and 1923 mills were opened in Valencia and Andalucía. But the activity in construction and public works could not absorb the excess production caused by the twenty mills which were at work in 1925. Keen price competition started amongst the manufacturers, and, in addition, five more mills were opened, capable of producing another 220,000 tons

The competition caused by aluminous cements and high-strength cements was felt at that time all over the world. However, this competition was not very keen in Spain, as the prices maintained by the manufacturers led to competition in quality as well, and whilst they tried by every means to reduce their prices, they also made an effort to improve their cements to enable them to compete with high-strength and aluminous cements. . This continuous competition, which was made keener still by the opening of new mills, led the manufacturers to realise the necessity of forming an association to fix a minimum selling price, to reduce manufacture to the demand, and to prevent the opening of new mills. To this end, in December, 1926, the " Agrupación de Fabricantes de Cemento Portland " (Association of Portland Cement Manufacturers) was formed; in consequence, competition ceased, some firms amalgamated, production was improved, and it was not necessary to restrain it, inasmuch as the great encouragement given to public works by the Minister of Fomento, Señor Conde de Guadalhorce, increased enormously the national demand. Thus the Circuito Nacional de Firmes Especiales (National Circuit of Road Improvement) improved the public roads; much work was done at the Duero river falls; the Confederaciones Sindicales Hidrográficas (Hydrographical Syndical Confederations) were created in order to take advantage of water power; and the railway, harbour, and other constructional enterprises required such quantities of cement that the national output, which in 1929 reached 1,500,000 tons, proved to be insufficient, and every mill was working at full production, in spite of the fact that the Government of the late General Primo de Rivera considered it necessary to authorise the importation of 300,000 tons of foreign cement with reduced duties. National production will soon exceed 2,000,000 tons, as a new mill will soon be opened in Miraflores (Zaragoza) by the firm Cementos Portland Zaragoza, S.A., with wet-process rotary kilns; the " Asland " Company is building an up-to-date mill at Cordoba; another one is projected for the province of Valladolid, far from all existing producing centres, and where much development is anticipated.

The Manufacturers' Association has lately started the publication of leaflets and propaganda on the merits of Portland cement. Mills are increasing their capacity, and are opening laboratories and information bureaux for their customers. Building technique has advanced considerably during the last few years with the construction of skyscrapers and a larger application of reinforced concrete and concrete products.

The manufacture of aluminous cements does not seem to have good prospects in Spain. Bauxite is not very abundant. However, some technical publications have pointed out the possibility of using poor bauxites to improve blast-furnace

slags, in accordance with tests made in the United States of America by the Bureau of Mines, which obtained in that way aluminous slags capable of producing a certain amount of cement.

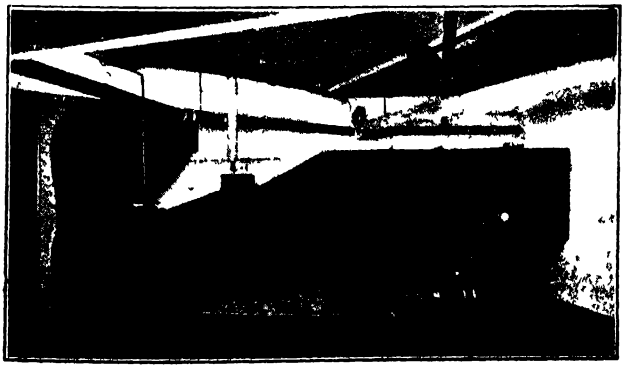
White Portland cement, manufactured for the first time in Spain by the "Asland" Company, and later on by "Griffi," is increasingly being demanded for decorative and ornamental work. At the Building Exhibition, held in Madrid in 1925, the Asland Company exhibited statues elaborated with white Portland cement of their own manufacture. At the Spanish Village in the Barcelona International Exhibition of 1929, white Portland cement manufactured in Spain was used for the reproduction of Spanish buildings, monuments and architectural details. Limestone, granite, brick, clay and other materials were faithfully imitated, and the reproduction was perfect, both in colour and texture.

The Norwegian Cement Industry in 1929.

The Norwegian cement factories have been working steadily during 1929, with the exception of Cement fabrikken Norge Ce-No Portland Cement A/S, which has been closed down finally. The production shows a considerable increase, and sales in the home market are higher than in 1928. Imports, on the other hand, have decreased from about 22,500 tons to about 15,000 tons, so that the total consumption of cement in Norway does not quite reach the figures for 1928. So far as exports are concerned, there was a steady increase in 1929, and on November 30 it had reached about 154,000 tons, as against 141,000 tons during the same period of 1928.



AIR CONDITIONING PLANTS



for the Ventilation of Buildings.

Sirocco Air Conditioning Plants for the ventilation of buildings provide a constant circulation of pure fresh air —adequate in volume, and of just the right quality as to temperature and moisture content to ensure comfortable and hygienic conditions —and always under perfect control.

DAVIDSON & COMPANY, LIMITED.
SIROCCO ENGINEERING WORKS, :: BELFAST, IRELAND.
LONDON, MANCHESTER, GLASGOW, BIRMINGHAM, CARDIFF, NEWCASTLE, BRISTOL.

A New Zealand Cement Works.

THE new works of the Milburn Lime & Cement Co., Ltd., of Burnside, near Dunedin, New Zealand, were officially opened on March 11, 1929. At this plant 1,000 tons of cement can be produced weekly. When the Company decided to build a new plant, they arranged that it should be British, if procurable, and eventually the order was given to Edgar Allen & Co., Ltd., Sheffield.

The ingredients are limestone and marl. Simultaneously with the pumping of the slurry a shaker device at the foot of the limestone hopper empties the contents into the buckets of an endless chain-elevator, which carries the stone to a 600-ton capacity bin, adjacent to the slurry silo and near the first combination crushing mill.

From the bin the limestone is carried on a belt conveyor to a revolving table

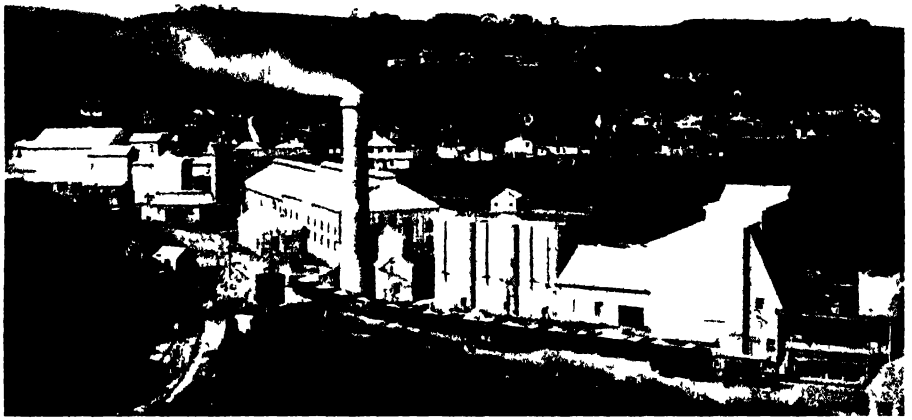


Fig. 1.—The Milburn Lime and Cement Company's Works, Burnside, New Zealand.

which automatically feeds it into a combination mill in which the first crushing takes place. Slurry is brought to the mill by a surge wheel, and it flows into the mill, together with the correct amount of water, at the same time as the stone.

The " Stag " combination mill, driven by a 450-h.p. motor, is of the rotary type, 36 ft. in length and 6 ft. 6 in. in diameter. In the first compartment the stone is crushed between forged steel balls. As pulverization proceeds the material passes on to the next intermediate compartment of the mill, where it is ground between smaller balls. The process is complete when the material finds its way into the third compartment, in which the grinding agency is a set of very small cast-steel balls. From the combination mill the mixture of stone and marl is pumped into three correction tanks, each of a capacity of 360 tons. Solidification is obviated by compressed-air agitation.

(*Continued on page 709.*)

Popularity!



90% of the excavators used by the various Cement Companies in Great Britain are of Ruston-Bucyrus Manufacture. They are dealing with limestone, chalk, clay, blue lias and also removing cover.

The reason for Ruston-Bucyrus machines being popular is no secret—strong, powerful, reliable and speedy, each one is perfect to the smallest detail—and is built for the work.

Made in sizes from ½ to 16 yard bucket capacity, with alternative power drives of Steam, Diesel, Electric or Petrol-Paraffin, the application of Ruston - Bucyrus Excavators is practically inexhaustible.

Our reputation has been built upon the satisfactory solution of excavating problems. Tell us yours — we will advise without obligation.

RUSTON — BUCYRUS

RUSTON-BUCYRUS, LTD.

LINCOLN — ENGLAND.

VISCO-BETH

DUST COLLECTORS

will greatly increase the capacity of Cement and Coal Mills; they prevent waste in the Crushing House, and allow operatives to work under decently clean conditions.

The installation of an efficient Dust Collecting plant makes a great difference to the appearance of a Cement Works, both inside and outside. *Consult us now!*

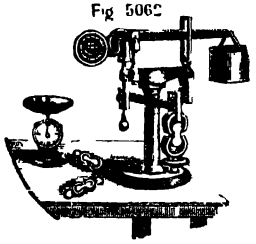
"VISCO"

ENGINEERING Co. LTD.

162 GROSVENOR ROAD, LONDON, S.W.1

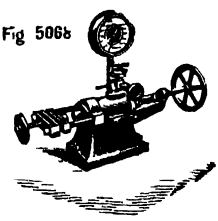
EIH

Fig 5066

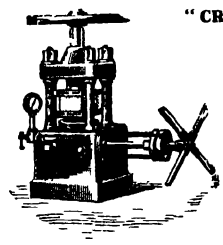


"TENSILE" to British Standards.

Fig 5068



"CRUSHING" to 4 Tons.



"CRUSHING" TO 12 60 150 200 and 300 Tons.

BAILEY'S CEMENT TESTERS

TENSILE & CRUSHING.

CEMENT & GROUT PUMPS, HAND OR POWER.

SIR W. H. BAILEY & CO., LTD., ALBION WORKS, SALFORD, MANCHESTER.

RICHARD K. MEADE & CO.

CONSULTING ENGINEERS TO THE CEMENT INDUSTRY.

10 W. CHASE STREET, BALTIMORE, Md., U.S.A.

Design, Construction and Appraisal of Plants for the Manufacture of Cement, Lime and Plaster.

More recent work:—National Cement Co (3,000 bbls daily), Montreal, Que., Canada; Keystone Portland Cement Co. 3,000 bbls), Bath, Pa; Standard Lime & Stone Co (1,200 bbls), Martinsburg, W. Va.; Republic Portland Cement Co (3,000 bbls), San Antonio, Texas; Raymon Ferreyra (240 tons hydrated lime), Cordoba, Argentine.

The rotary kiln is 200 ft. long and 9 ft. diameter. It lies at an incline of 1 in 24 from the horizontal and is operated by a 50-h.p. motor.

A shaker feeds the conveyor that supplies the automatic feeding-tables with clinker. At this stage 2 per cent. of Australian gypsum is added to the clinker. The mill is of similar dimensions to that described, and is driven by a 450-h.p. motor. The cement is stored in twenty 200-ton bins, from whence a system of screw-conveyors takes it to the bagging machine, which has an output of 25 tons per hour.

Provision has been made for the duplication of every part of the plant as

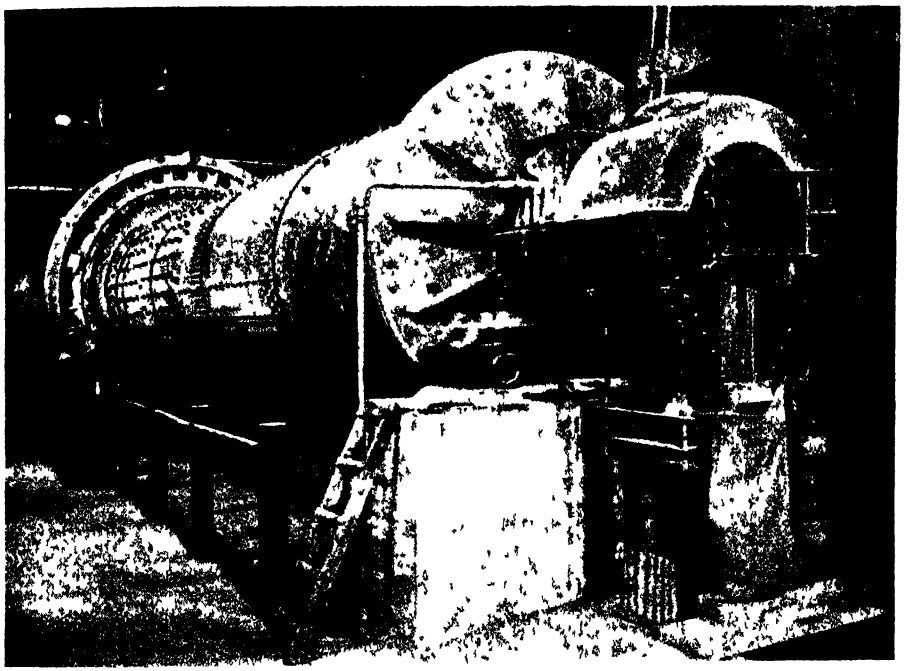


Fig. 2.—The Finishing Mill.

soon as the demand for the product develops sufficiently to make such a course necessary.

The electrical installation includes 32 motors developing 2,100 h.p. Two of these are installations of 450-h.p., each using current at 6,600 volts. The company receives its power in bulk at 6,600 volts and transforms it down to 400 volts. The plant includes two synchronous machines which balance the consumption in the works.

Fig. 1 is a general view of the plant; Fig. 2 shows the finishing mill.

Prices in North Germany.

The Norddeutsche Cement-Verband has decided to try to stimulate the building trade and allied industries by lowering its prices. In a large number of north German districts the price of all qualities of cement has been reduced from 10 to 20 marks per 10 tons.

IMPORTS AND EXPORTS OF CALCAREOUS CEMENT FOR MARCH 1930 AND THE PERIOD JANUARY 1 TO MARCH 31, 1930

Imports.

	QUANTITIES IN TONS						VALUE IN £					
	MONTH OF MARCH			JANUARY 1 TO MARCH 31			MONTH OF MARCH			JANUARY 1 TO MARCH 31		
	1928	1929	1930	1928	1929	1930	1928	1929	1930	1928	1929	1930
	27,502	14,287	25,294	70,027	52,930	60 952	50 873	25 975	43 041	131 280	102,597	103,907

Exports.

To Brazil	2,577	5,542	3 224	10 869	14 741	9 960	6 041	11 244	7 745	24 862	30,200	22,671
„ Argentine Republic	1,282	3 815	1,945	9 013	19 375	13 933	3 183	7 302	4 080	20,955	41,137	27 895
„ Irish Free State ..	11,423	6 749	13 304	25 144	24 221	25 960	35 555	19,286	33 513	81 053	71,570	69,491
, British West Africa	9 612	6,257	10,146	27 650	21 355	21 539	24 035	15,039	23,746	70 518	52,745	51,724
„ Kenya	2,460	4,756	5 505	10,014	14 545	14 332	6 445	11 817	13 644	25 240	35,205	35.775
„ British India... ..	7,836	8,120	9 352	24 412	27 377	29 775	18,000	20 620	24 618	62,095	71,176	76,258
„ Straits Settlements and Malay States	5,260	5,322	6 149	19 304	20,684	19 092	12 984	12 587	14 732	47,242	50,188	45 989
„ Ceylon	4,582	4,046	3,688	13,431	12,664	9 581	11,167	9 865	9,051	33 010	30,836	23,141
„ Australia	1,027	849	858	3,964	3,371	2 092	2,858	2,196	3 020	10,874	8,987	8,670
„ Other Countries .	21,816	21,684	40,730	65,676	94,433	127 648	50 486	40,955	84,529	156 743	196,160	246,999
Total	67,875	67,140	94,004	209,477	252,769	274,512	172,056	157 977	219,681	532,601	588,264	608 613

We guarantee

a Fuel-Consumption of

100000 calories

per 100 kilogrammes of well-burnt clinker, corresponding to *14·3% of Standard coal (12500 B.T.U.) by weight of clinker.*
This is achieved with our—

Garantizamos un consumo de calor de **100000 Calorias** =13,33 kgs carbon de 7500 calorias para 100 kgs de clinker de cemento Portland bien cocido con nuestro horno

Lepol

Kiln, patented, working by the Polysius - Lellep process.

Patentes alemanas y extranjeras, segun el procedimiento Polysius - Lellep.

POLYSIUS

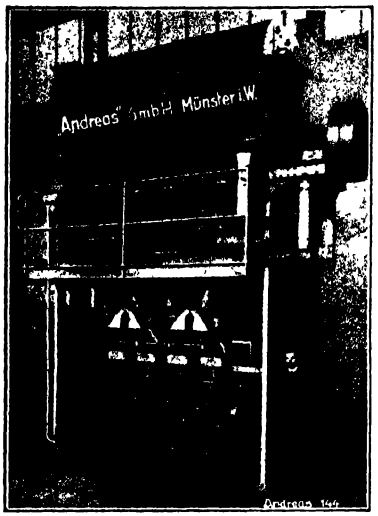
G. Polysius Aktiengesellschaft, Dessau (GERMANY ALEMANIA)

Representative in the United Kingdom :
F. E. SCHMITT, A.M.I.Mech.E.,
175, Windsor House, LONDON, S.W.1.

Representantes exclusivos en España :
BASSO & WEISSE,
Calle de Paris 85, BARCELONA.

ANDREAS

We are exhibiting at THE INTERNATIONAL EXHIBITION at Liège. — Stand No. 201/I— Hall of Metallurgy.



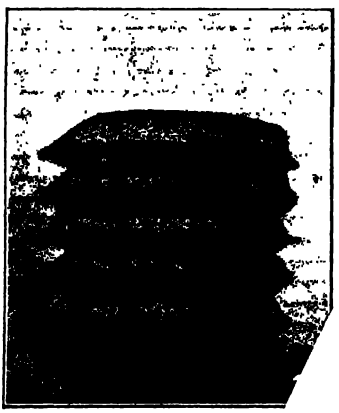
VALVE BAG PACKING MACHINE

(Pat. pend. in all principal countries)

SAVES £1,600 in ONE YEAR

We can give definite proof that one of our machines has packed 4,000,000 sacks without damage in one year at a saving in paper of 1d. per 10 sacks. This makes a saving of £1,600 or more than the cost of the machine.

OTHER ADVANTAGES ARE:



Ordinary Valve Bags.

(1) First gauge valve packing machine.
(2) Saving in power. The power required is about 7 h.p., and no special transmission drive is necessary.
(3) No unnecessary turning over of materials.
(4) Less waste, as no thickening or blocking occurs under pressure.
(5) The only machine with an automatic detacher for the sacks.
(6) Exact weight guaranteed.
(7) Output up to 900 sacks per man per hour.



Sacks packed in the Andreas Machine showing a saving of about 4-in. of paper per sack.

ANDREAS ENGINEERING AND CONSTRUCTION Co., Ltd.
MUNSTER, WESTPHALIA, GERMANY.

DESIGNERS AND CONSTRUCTORS OF COMPLETE CEMENT PLANTS.

We specialise in plant of every kind for Cement Works including :—ANDREAS High Duty Rotary Kilns ; ANDREAS Stone Crushers ; ANDREAS Compound Mill ; ANDREAS Grid Cooler ; Vibro - Conveyor (Schenck - Heymann) ; High - Capacity Shaft Kilns.

Company Reports.

	1928.		1929	
	Dividend	Net profit.	Dividend	Net profit
Belgium—				
S.A. Cimenteries et Briqueteries Réunies (C.B.R.)	100 fr. (12 months)	—	50 fr.	17,000,000 fr. (£97,141) (6 months)
S.A. Ciments Meuse-Brabant	42 fr. 90	1,535,061 fr. (£8,771)	33 fr. 15	1,105,267 fr. (£6,315)
S.A. Cannon Brand ..	—	-	5%	1,578,947 fr. (£9,022)
S.A. des Ciments de Vise	81 fr. 90	3,609,805 fr. (£20,627)	52 fr. 65	1,732,945 fr. (£9,902)
Belgian Congo—		loss		over
S.A. des Ciments du Congo	-	—969,000 fr (—£5,537)	—	1,000,000 fr. (£5,720)
France—				
Etab. Poliet et Chausson	14%	13,029,000 fr (£104,232)	20%	22,400,000 fr. (£179,200)
Soc. des Ciments de Neuville sur-Escaut		573,200 fr (£4,585)	-	74,576 fr. (£596)
Cie. Nouvelle des Ciments Portland et Chaux Hydrauliques du Boulonnais	45 fr		45 fr	—
Cie des Ciments et Chaux de Neufchatel				373,836 fr (£2,990)
Cie Coloniale des Chaux et Ciment Portland de Marseille	12%	1,209,741 fr (£33,677)	12%	4,194,199 fr. (£33,553)
Germany—				
Bonner Bergwerks und Hutten Verein A.G. Zementfabrik	15%	590,604 M. (£29,530)	10%	326,778 M. (£16,338)
"Adler" Deutsche Portland Cement Fabrik A.G.	10%	820,728 M. (£41,036)	Nil	—
Hoxter Zement Fabrik Godelheim A.G.	Nil	—	Nil	—
Portland Zement Fabrik Germania (Hannover)	14%	—	14%	-
Anneliese Portland Cement und Wasserkalk-Werke A.G.	18%	—	18%	-
Industriebeteiligungen der Fruheren Lothringer Portland Zement-Werke, Berlin	20%	-	10%	- -
Breitenburger Portland Cement Fabrik	12%	345,000 M. (£17,250)	12%	346,000 M. (£17,300)
Holland—				
Soc. Erste Nederlandische Cement Industries	—	—	Nil	470,000 fl (£38,778)

(*Contd. on p.* 712).

Company Reports—*contd.*

	1928.		1929.	
	Dividend	Net profit	Dividend.	Net profit.
Poland—				
Lubelska Fabrika Portland Cementu " Firley " S A.	5%	–	8%	—
Sweden—				
Skansa Cement A/B	12%	1,920,000 Kr (£106,018)	12%	2,030,000 kr. (£112,092)
United States—				
Lawrence Portland Cement Co	$9 62	$721,720 (£148,502)	$6.35	$476,725 (£98,091)
Olympic Portland Cement Co	15%	£79,394	6%	£23,563
Pennsylvania-Dixie Cement Corporation	—	$1,293,851 (£266,224)		$1,013,084 (£208,453)

(A dash has been inserted where the statistics could not be ascertained.)

"B.B." CONVEYORS

A "B.B." Portable Belt Conveyor for handling materials in sacks.



COMPLETE ELEVATING & CONVEYING PLANTS SUPPLIED.

BAGSHAWE

DUNSTABLE. & Co., Ltd.

C.M 17.

VOLUME 3. NUMÉRO 5. MAI 1930.

CEMENT
AND
CEMENT MANUFACTURE
LE JOURNAL INTERNATIONAL DU CIMENT EN QUATRE LANGUES.
PARTIE FRANÇAISE

L'essai du ciment.

par le DR. C. R. PLATZMANN.

Les numéros de Cement and Cement Manufacture de janvier et février (1) comportaient un certain nombre d'articles ayant trait à l'essai du ciment, auxquels il y a lieu d'attacher une importance particulière, car, s'ils présentent des divergences à bien des points de vue, ils sont tous d'accord pour préconiser l'unification des spécifications adoptées comme normes dans les divers pays.

Depuis 1927, il a été publié un certain nombre d'articles,[1] faisant ressortir la diversité des cahiers des charges—avec références à ceux de 27 pays—et l'opportunité de leur unification. Cette suggestion n'est pas nouvelle. Entre autres, le seul fait de comparer entre elles les différentes spécifications, que nous relevons dans l'excellent traité, publié il y a quelques années par A. C. Davis,[2] ne peut être interprété que comme une indication, qu'à son avis, cette diversité présente des inconvénients.

Durant ces dernières années, l'opinion que les méthodes actuelles d'essai du ciment, devraient être modifiées, s'est renforcée. Nous avons ainsi assisté aux efforts soutenus de Féret, de Boulogne, et Ros, de Zürich, ayant pour but de remplacer les mortiers à consistance de la terre humide par des mortiers plastiques; nous pouvons noter les tentatives de la même époque ayant pour objet d'introduire des méthodes d'évaluation des propriétés du ciment, basées sur sa composition chimique, ce qui apporterait une modification encore plus radicale à la pratique actuelle. L'appui que donne à cette thèse un expert aussi renommé que P. H. Bates, du Bureau of Standards des Etats-Unis, est à noter; en 1927, il a publié un article sur " L'Etat actuel des recherches sur le Ciment, et la possibilité de produire des Ciments de haute résistance,"[3] dans lequel il critiquait la sensibilité et la précision des méthodes d'essai actuelles, plus particulièrement en ce qui concerne les ciments à prise rapide et alumineux. A ce propos, il y a lieu de rappeler le récent mémoire de A. I. Poole,[4] dans lequel est exposée une tentative, peut-être la première en date, de mettre en évidence une relation entre la résistance du ciment, et sa composition chimique.

Ce mémoire est très intéressant, car il est en opposition avec l'opinion émise par Haegermann dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE.[5]

Poole part de l'hypothèse, que le silicate tricalcique est le constituant le plus important du ciment Portland. La chaux mise en liberté par l'hydratation de ce composé est évaluée par titrage, et les résultats obtenus permettraient de conclure au sujet de la résistance du ciment au septième jour de prise. Le moment n'est certainement pas venu d'incorporer de telles méthodes dans les spécifications des cahiers des charges; néanmoins, il y aurait intérêt à suivre attentivement le développement de cette tendance, ne serait-ce que pour marquer la désapprobation générale que suscitent les spécifications imposées. Il ressort nettement des articles de H. Kuhl[6] et de Haegermann, que les essais adoptés comme normes sont inadéquats, et qu'ils demandent à être améliorés; les tentatives faites en Angleterre en vue d'aboutir à la révision complète des spécifications des cahiers des charges, ne peuvent être interprétées que dans le même sens.

Mais, s'il est important d'adopter de nouvelles méthodes d'essais, il l'est encore plus de les rendre uniformes. Parallèlement, un champ d'activité analogue s'offre à la coopération internationale pour mettre les méthodes d'essais, adoptées comme normales, en concordance avec les derniers progrès.

Le cahier des charges allemand, le premier en date, a été arrêté en 1878; ce cahier des charges, avec les révisions dont il a été l'objet par la suite, a exercé une grande influence sur les spécifications des autres pays. On comprendra aisément que, du fait de la tradition, ce cahier des charges a des partisans convaincus en Allemagne; c'est à lui que sont dues les améliorations dont a été l'objet la qualité du ciment allemand, de même que les ciments de nombreuses autres contrées. D'autre part, les questions de nationalisme inciteront sans aucun doute les autres pays à s'en tenir, avec non moins de force, à leurs propres cahiers des charges.

Le Dr. Haegermann mentionne avec juste raison dans son article, que le premier point qui s'oppose à un accord général, est la différence des sables stipulés par les normes des différents pays; il condamne en même temps l'emploi d'éprouvettes en ciment pur, et préconise les essais utilisant des mortiers plastiques, obtenus avec un sable moyen, résultant du mélange de grains différents, ce qui constituerait un moyen avantageux d'unifier les diverses spécifications. Quoique la contribution du Dr. Haegermann à la question des essais du ciment ait une très grande valeur, et que sa proposition soit digne de considération, il ne semble pas néanmoins qu'elle offre le moyen de résoudre le problème difficile de la normalisation du sable, car la préparation d'un sable moyen par le mélange de grains différents, et qui présenterait une qualité uniforme dans le monde entier, est une question qui présente les mêmes difficultés que l'emploi des sables actuellement stipulés par les normes.

En outre, la suppression de l'essai à la traction sur le mortier à 1 : 3, semble être un pas en arrière. Quoiqu'à l'heure actuelle, on ne connaisse pas de relation définie entre la résistance à la traction et la résistance à l'écrasement, il y aurait intérêt à continuer les recherches pour découvrir cette relation, d'autant plus que l'expérience montre que la résistance à la traction constitue un critérium précieux de la qualité du ciment. Si un ciment présente une résistance à l'écrasement relativement élevée, et une résistance à la traction proportionnellement très faible, il y a tout lieu de craindre qu'il soit susceptible de gonflement excessif. Mais comme la tendance actuelle est d'utiliser de plus en plus les essais rapides de Le Chatelier et de Michaelis pour déterminer la qualité du ciment, et que ces essais ne sont pas à même d'indiquer, sans doute possible, de nombreuses causes de gonflement, la suppression de l'essai de traction nous

priverait d'un facteur de sécurité essentiel, qu'on ne pourrait même pas remplacer en imposant l'essai à la flexion. Si l'on ajoute à cette considération que l'appareil nécessaire pour l'essai à la traction est bien moins cher que celui servant aux essais à l'écrasement, et puisque l'industrie du béton donne maintenant une importance de plus en plus grande au contrôle scientifique des matériaux de construction, il faut s'attacher à écarter des méthodes d'essai, toutes difficultés ou complications non indispensables. Les ciments actuels ont généralement une teneur en chaux bien plus élevée qu'auparavant, et se rapprochent, par suite, bien plus du point critique de leur qualité. Les irrégularités dont on ne s'est pas aperçu lors de la fabrication, soit au broyage des matières premières ou des clinkers, soit à la cuisson, peuvent donner lieu à des conséquences graves, en l'absence du critérium fourni par l'essai à la traction.

On peut se dispenser de la détermination de la densité, sans qu'il soit besoin d'insister à ce sujet, car si elle était trop faible, on s'en apercevrait aisément par les autres essais, ainsi que Kühl l'a mentionné dans son article. La détermination de la finesse a bien diminué d'importance depuis que l'on admet que les tamis existants ne sont pas susceptibles de donner une idée correcte de la répartition des particules en grosseur, particulièrement en ce qui concerne la mouture la plus fine. La valeur que l'on peut attribuer aux épreuves de finesse est tout à fait problématique dans le cas des ciments à prise rapide. La contribution que D. B. Butler[7] a apportée à cette question par son article "Le ciment dans le passé et le présent" est convaincante; il fait en particulier ressortir clairement que le séparateur à courant d'air est un appareil de très grande valeur pour le fabricant de ciment. Il est par exemple d'une absurdité flagrante de prendre comme norme un résidu de 5% sur le tamis de 900 mailles au cm²; Butler a montré clairement, en se basant sur sa propre expérience, que le résidu de 1% spécifié par le cahier des charges anglais, ne répondait pas davantage à des conditions pratiques.

Les points essentiels qui permettent à l'heure actuelle de se rendre compte de la qualité d'un ciment, sont, comme le dit Haegermann, la définition précise et la détermination, suivant certaines règles adoptées comme normes, du temps de prise du ciment, de sa qualité, et de sa résistance. Si ces caractéristiques sont spécifiées d'une façon satisfaisante, toutes les autres mesures deviennent superflues, ou d'une importance secondaire.

Les conclusions de Haegermann, concernant le temps de prise, peuvent être acceptées. On peut cependant regretter qu'il ne fasse pas mention de l'intérêt que présente la mesure de la consistance, telle qu'elle est prévue par les spécifications suisses, autrichiennes et polonaises. En introduisant cette mesure, on obtiendrait une plus grande uniformité dans les résultats fournis par l'appareil Vicat, résultats qui sont grandement affectés par certaines conditions fortuites. Jusqu'au jour où l'on disposera d'un appareil enregistreur automatique pour remplacer l'appareil de Vicat—et les nombreuses tentatives faites dans ce but ont toujours échoué—il faut nous en contenter, malgré ses imperfections. Il est bien possible que l'on arrive à créer un instrument automatique basé sur la chaleur dégagée pendant la prise, ou à mettre en évidence une relation entre la composition chimique et la durée de prise du ciment.

On ne peut nier la nécessité de définir d'une façon stricte le début de la prise. On devra tenir compte, dans l'avenir, de la prise apparente du ciment, qui a fait l'objet de nombreuses discussions dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, par une standardisation précise de la durée normale du malaxage. On pourrait se dispenser d'établir une règle générale concernant la fin de la prise (comme l'indique Haegermann), car les limites dans lesquelles cette prise varie sont

connues; mais cette règle apparaitra néanmoins utile pour le contrôle du processus de prise. Les ciments falsifiés, contenant des pouzzolanes, ou composés de chaux hydrauliques et de laitier de haut-fourneau, ont fréquemment une durée de prise d'une longueur anormale, et en spécifiant une limite pour la fin de la prise, on dévoilerait les adultérations de cette nature.

Les essais les plus habituels pour déterminer l'invariabilité de volume du ciment consistent à examiner les fissures et la déformation d'une galette de ciment, ayant séjourné 28 jours dans l'eau; on peut objecter, il est vrai, que l'usager n'est généralement pas à même d'attendre quatre semaines. D'autre part, les essais rapides—qu'il est désirable de limiter à ceux de Le Chatelier et de Michaelis—ne donnent pas une certitude complète en ce qui concerne le gonflement ultérieur. Les objections, que Kühl a formulées contre la modification des essais rapides, entre autres ceux pratiqués en Autriche, méritent d'être prises attentivement en considération. Nous pouvons admettre en tout cas que les essais rapides ont une valeur provisoire, et accepter l'essai de 28 jours à l'eau froide comme concluant. Les essais rapides devraient toutefois être considérés conjointement avec l'essai de résistance pratiqué à une date rapprochée (2 à 3 jours), comportant un rapport défini de la résistance à la traction à la résistance à l'écrasement, en général 1 à 10; le facteur de sécurité s'en trouvera augmenté.

Les essais de résistance ont déjà été discutés. Le point le plus important resté en suspens est de décider si les éprouvettes doivent être préparées mécaniquement ou à la main. La préparation à la main est d'une pratique courante en Angleterre, en Amérique, au Canada et à la Jamaïque, mais avec des variantes dans la méthode utilisée. Il est toutefois indubitable que ce procédé doive être considéré comme inférieur à la préparation mécanique, quelle que soit l'adresse que les opérateurs acquièrent à la force de l'habitude. La préparation mécanique donne nécessairement une plus grande uniformité aux éprouvettes; la régularité de l'agitation assure une distribution plus régulière du ciment, du sable et de l'eau. Même en Angleterre on est de cet avis, comme l'indique le mémoire de R. H. H. Stanger[8] paru dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE; cet auteur est d'avis d'introduire l'appareil à pilon dans les spécifications anglaises, dans le but de remédier au manque d'homogénéité. Dans la discussion qui a suivi l'une des conférences de D. B. Butler[9] sur le même sujet, on a de nouveau exprimé l'espoir que la préparation mécanique des éprouvettes serait adoptée lors de la révision du cahier des charges anglais. Une telle décision serait une étape importante vers l'unification des diverses spécifications, surtout si l'on considère l'effet moral qui correspond au fait que l'Angleterre est le pays où a pris naissance l'industrie du ciment Portland.

Le Canada et la Jamaïque suivraient sans aucun doute son exemple et probablement aussi les Etats-Unis. L'Australie a déjà spécifié il y a quelque temps que les éprouvettes seraient préparées mécaniquement. En ce qui concerne les mérites relatifs de l'appareil à pilon et de celui à piston de Klebe, on donnera la préférence au premier, car le piston plongeur exerce un effort de compression bien plus grand, ce qui rend l'appareil à piston encore plus éloigné des conditions pratiques du chantier que l'appareil à pilon.

Il faut se rapprocher autant que possible, et en toutes circonstances, des conditions de la pratique, pour autant que la précision de l'essai n'en souffre pas. A ce point de vue, il semble avantageux de renoncer aux essais à la traction sur le ciment pur. On n'utilise pas de ciment pur dans la pratique, et le seul objet des essais normalisés est de fournir à l'acquéreur une donnée numérique sur la qualité du matériel. On peut alléguer que c'est le ciment

et non le mortier qu'il s'agit de soumettre à une épreuve, ou que l'essai à la traction sur le ciment pur aide à mettre en évidence les ciments inférieurs, mais ces raisons ne peuvent être tenues pour valables: en premier lieu, parce que la définition précise du ciment donne toute garantie contre une adultération; en second lieu, parce qu'il est difficile de préparer des éprouvettes de ciment pur ne présentant pas de fissures; et enfin, parce que la relation qui existe entre la résistance à la traction et celle à l'écrasement donne un complément de garantie.

Une autre question qui se rattache à l'unification des spécifications est la fixation des délais des essais de résistance. Un accord général existe en ce qui concerne les essais du 7e et du 28e jour. Dans l'intérêt du client, il est indubitable que l'essai du 3e jour devrait être de règle. Il ne semble pas qu'il y ait une grande difficulté à arriver à une unification à ce sujet. S'il est nécessaire, l'essai au 3e jour pourrait être adopté en remplacement de l'essai au 28e jour, modification déjà introduite en Autriche, et à l'étude en Angleterre.

La question de savoir si les essais de traction et d'écrasement suffisent à eux deux pour déterminer les propriétés du ciment ne se pose pas. On peut, par suite, se dispenser de faire l'essai de flexion, pour éviter une complication et des frais non indispensables, car cet essai ne met pas en jeu un travail simple, mais une combinaison du travail de compression et d'extension. Le fait qu'on attache en Angleterre une importance croissante à l'essai d'écrasement est de bon augure.

Haegermann se prononce avec force en faveur des essais exécutés en partant de mortiers plastiques. Il est certain qu'on peut invoquer des arguments de valeur en leur faveur, en particulier parce qu'on se rapproche ainsi de la pratique des chantiers, et qu'on se libère de l'emploi d'appareils compliqués pour la préparation des éprouvettes. La résistance obtenue avec les mortiers plastiques est certainement moindre que celle des mortiers ayant la consistance de la terre humide, mais il n'y a pas d'inconvénient à celà. Les dernières années, l'importance de la résistance à l'écrasement a été fréquemment exagérée, surtout si nous la considérons par rapport à la résistance à l'arrachement, qui n'augmente pas dans la même proportion. La plus grande difficulté à laquelle on devra faire face pour adopter les mortiers plastiques, consistera à réaliser un accord au sujet du sable normal moyen, résultant du mélange de grains différents, et à vaincre la difficulté de se procurer un tel sable de composition chimique uniforme, dans toutes les parties du monde. Même si un essai de cette nature faisait l'objet d'un accord international, la diversité des intérêts nationaux s'opposerait probablement à conférer à un pays déterminé, le monopole de ce sable normal pour l'avenir.

L'importance de la quantité d'eau additionnelle, et de la consistance a été pleinement mise en valeur par R. H. H. Stanger[10] et par Haegermann.[11] Ce dernier indique dans son article, paru dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, de janvier, qu'il fera ultérieurement une communication sur ce sujet.

Nous nous félicitons que les efforts ayant pour objet l'unification des spécifications soient désormais secondés par l'incomparable tribune offerte à la discussion par la publication en quatre langues de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE. Cette question suscite un vif intérêt dans le monde entier, et il semble vraisemblable qu'un accord pourra être réalisé, malgré la variété et la divergence des points de vue. Pour faciliter cet accord, il serait à désirer que chaque pays se prépare à abandonner l'une ou l'autre des épreuves actuellement comprises dans ses spécifications. Toutefois, s'il était montré

qu'une telle unification soit impossible, on pourrait rédiger des normes internationales, dont la validité serait admise dans tous les pays, pour l'essai des ciments importés, conjointement avec les normes nationales. Cette étape intermédiaire est une suggestion incontestablement réalisable, et, à mon avis, l'unité finale ne pourra être obtenue que par degrès. L'Association Internationale pour l'essai des matériaux semble être un intermédiaire tout indiqué pour résoudre ce problème.

Références.

[1] *Zement*, No. 15 (1927), pages 1067-1073, No 46 (1928), pages 1335-1336, *Rock Products*, janvier 21, 1928, page 97 *Concrete*, Chicago, Vol 32, No 2 (1928), pages 103-108, *J. Soc Chem Ind, Japan*, Vol. 32, No 8 (1929), pages 797-807

[2] A. C. Davis, *A Hundred Years of Portland Cement*, 1824-1924, pages 191 *et seq.* Concrete Publications, Ltd

[3] *Zement*, No 34 (1927), pages 753-757

[4] *Zement*, No 19 (1929), page 1426.

[5] Les essais de ciment *Cement and Cement Manufacture*, Vol 3, No 1 (1930).

[6] *Cement and Cement Manufacture*, Vol 3, No 1 (1930)

[7] *Cement and Cement Manufacture*, Vol 3, No 2 (1930)

[8] "The Testing of Portland Cement" *Cement and Cement Manufacture*, Vol. 1, No 1 (1928), pages 14-15

[9] "The Future of Cement Testing" *Cement and Cement Manufacture*, Vol 2 (1929), pages 62-64

[10] *Cement and Cement Manufacture*, Vol 1, No 1 (1928), pages 13 14.

[11] *Cement and Cement Manufacture* Vol 3, No 1 (1930)

L'entropie du ciment Portland.

par GEOFFREY MARTIN.

LES ingénieurs attachés à une usine ne devraient pas oublier que ce n'est pas seulement la quantité de chaleur qui compte pour les fours où la charge est l'objet de transformations chimiques et physiques, mais aussi et surtout la pression thermique (dite température par les physiciens) à laquelle la chaleur est fournie: il est moins onéreux de fournir 100 calories à 100° C., que 100 calories à 1425° C., par exemple. Dans le premier cas, ces 100 calories ne produiraient pas trace de clinker de ciment, tandis que dans le deuxième cas, les 100 calories sont susceptibles de donner une quantité équivalente de clinker.

Le bilan thermique ordinaire du four rotatif n'a pratiquement aucune valeur au point de vue technique, parce que toutes les quantités de chaleur sont exprimées en nombre de calories, sans distinguer si ces calories sont fournies à une pression thermique ou température, élevée ou basse.

Par exemple, si la température de la flamme n'était que de 805° C., il faudrait brûler une quantité infinie de charbon pour produire un gramme de clinker, tandis que si la température de la flamme atteint 2966° C. sans les dépasser, nous pouvons produire 100 t de clinker de ciment avec 6,36 t de charbon normal. Avec une flamme d'une température de 1425° C., nous pourrions produire 100 t de clinker par la combustion de 24,8 t de charbon normal.

Cet article a pour but de faire ressortir que la construction des fours à ciment a vu ses progrès retardés pendant ces trente dernières années, en raison de la méconnaissance de ce facteur essentiel; quantités d'expériences coûteuses ont été faites, qui étaient vouées à l'insuccès, et c'était à prévoir, par ce que

VARIATION D'ENTROPIE DES MATIERES SOLIDES INTERVENANT DANS LA FABRICATION DE 453 G DE CLINKER DE CIMENT PORTLAND, CALCULÉE A PARTIR DE 0° C.

Température. t °C.	Température. T °K.	Unités d'entropie en "Ranks."	Observations.	Variation totale d'entropie durant les différentes stades.	Variation totale d'entropie au passage des différentes zones.
0	273	0,00	—	+0,128	Zone de dessication, 0,124
100	373	0,124	—		
100	373	0,124 à 100° (début)	Dégagement de l'eau d'hydratation de la silice	+0,006	—
		0,130 à 100 (fin)			
100	373				Zone de chauffage préliminaire 0,447
155	428,5	0,189			
211	484,1	0,238			
267	539,6	0,282			
322	595,2	0,322			
378	650,7	0,358			
433	706,3	0,391			
488	761,8	0,422			
544	817,4	0,450			
600	873	0,477 à 600 (début)	Dégagement de l'eau du Kaolin	+0,009	
		0,486 à 600 (fin)			
655	928,5	0,510			
711	984,1	0,534			
766	1039,6	0,556			
805	1078	0,591			
805	1078	0,591 à 805 (début)	Dégagement de CO provenant de la décomposition du carbonate de calcium	+0,418	Zone de décarbonatation, 0,418
		0,989 à 805 (fin)			
805	1078	0,989		—	Zone de concrétion, 0,0582
860	1133,5	1,0033		—	
916	1189,1	1,0168		—	
971	1244,6	1,0297			
1027	1300,2	1,0420			
1082	1355,7	1,0539			
1138	1411,3	1,0651			
1193	1466,8	1,0761			
1249	1522,4	1,0864			
1305	1578	1,0967			
1360	1633,5	1,1063			
1370	1643	1,1080			
1370	1643	1,1080 à 1370 (début)	Dégagement de chaleur dû à la réaction exothermique de formation du clinker.	−0,608	
		1,0472 à 1370° (fin)			

les études étaient faites dans l'ignorance de ce fait, fondamental en thermodynamique.

La physique mathématique exprime le fait, que ce n'est pas seulement la quantité de chaleur qui importe, mais aussi la pression thermique ou température à laquelle elle est fournie, en introduisant la notion d' " entropie." La variation de l'entropie d'un corps est mesurée par la quantité de chaleur que reçoit ce corps, divisée par la température absolue à laquelle elle est reçue. En langage mathématique, si ϕ est la variation d'entropie, Q la quantité de chaleur, et T la température absolue, on a:

$$\phi = \int \frac{dQ}{T}.$$

L'unité d'entropie est appelée " Rank " en Angleterre depuis les travaux de Rankine, physicien éminent qui a largement développé la notion d'entropie, telle qu'elle est appliquée actuellement à l'étude des machines à vapeur et des chaudières.

La notion d'entropie est de toute première importance dans la technique de la vapeur. Grâce à elle, la solution des problèmes techniques concernant la vapeur devient aisée et rapide, alors qu'il aurait été difficile, sinon impossible, de les résoudre par tout autre méthode.

Les progrès fondamentaux, que l'époque moderne a vu se réaliser dans l'étude des chaudières et des machines à vapeur, sont dûs en grande partie à la notion d'entropie et d'énergie utile. Les tables d'entropie publiées ces temps derniers par le professeur Callendar et par d'autres savants, ont rendu ces indispensables données accessibles à tous les techniciens s'occupant de vapeur. Pour l'étude correcte d'un four à ciment, il est non moins important de connaître la valeur des variations d'entropie qui interviennent aux différents stades de la formation du clinker de ciment.

Le calcul thermodynamique de la formation du ciment montre que, si les lois de la thermodynamique sont bien appliquées, un four idéal pourrait produire 100 t de clinker de ciment par la combustion de 6,36 t de charbon normal (7000 cal/kg), et que si l'on apportait aux plans des fours les modifications nécessaires pour tenir compte des variations d'entropie des matières brutes dans les différentes parties du four, on pourrait construire des fours d'un bien meilleur rendement que ceux existant actuellement. Pour rendre service aux techniciens chargés du projet d'un four, et familiarisés avec la théorie de la thermodynamique, j'ai dressé la table ci-dessus, dans laquelle j'ai calculé en prenant 0° C. pour base, la variation d'entropie des matières solides nécessaires pour faire 1 kg de clinker de ciment.

Autant que je le sache, c'est la première fois que cette table ait été calculée à l'usage des cimenteries. Sans aucun doute, il sera possible de dresser ultérieurement des tables plus exactes, quand les données thermiques relatives à la formation du ciment auront été déterminées avec plus d'exactitude.

Avis.

Tous les articles publiés en quelque langue que ce soit dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, sont rigoureusement de propriété littéraire, et ne peuvent être reproduits dans d'autres journaux, ou sous forme de catalogues, sans l'autorisation des propriétaires: Concrete Publications Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, Londres, S.W.1, Angleterre.

L'industrie du ciment en Allemagne en 1929.

Les industriels adhérents au consortium allemand du ciment ont tenu une réunion à Berlin, le 27 février 1930; à cette occasion le président du consortium M. H. P. Riepert, a communiqué à l'assemblée les renseignements ci-dessous, sur l'activité économique de l'année écoulée.

Les expéditions de l'industrie allemande du ciment, usines dissidentes comprises, avaient porté en 1928 sur 8,5 millions de tonnes; en 1929, la rigueur extrême de l'hiver a frappé les expéditions d'un arrêt presque complet, suivi en avril d'un sursaut d'activité auquel il ne nous avait pas encore été donné d'assister. Si l'année 1928 peut se caractériser par le caractère progressif de l'augmentation et du ralentissement des expéditions, ces dernières ont atteint en 1929 des limites extrêmes dans un sens et dans l'autre, qui resteront la marque distinctive de l'année.

Les expéditions des usines adhérentes au consortium ont décliné en 1929 de 500 000 t, ou de 7%, par rapport à l'année précédente, mais les expéditions globales ont néanmoins atteint 8,44 millions de tonnes, ce qui s'explique par l'accroissement des expéditions des fabriques de ciment naturel et de ciment Portland dissidentes. La consommation intérieure a atteint 7,37 millions de tonnes.

Le commerce extérieur du ciment s'est également trouvé en 1928 dans une situation défavorable, ainsi qu'il ressort de cet aperçu:

	1928	1929
	(millions de tonnes)	
Importations en Allemagne	0,144	0,154
Exportations d'Allemagne	1,09	1,07

Malgré l'augmentation qu'ont eu à supporter en 1929 les frais de production —charbon et salaires—il a été possible de maintenir les prix établis par le consortium, mais il a fallu toutefois consentir certaines remises dans les régions particulièrement encombrées, pour lutter avec la production étrangère, les usines dissidentes et le ciment naturel.

La situation économique actuelle doit être considérée comme défavorable, car malgré la douceur de l'hiver de cette année, il y a plus de 2,5 millions de chômeurs, et les ordres des états, des provinces et des communes seront moins importants en 1930 que l'année précédente

L'industrie allemande du ciment participera à la fondation du Bureau International du Ciment avec siège à la Haye, actuellement à l'état de projet. Il ne s'agit pas d'un organisme commercial, mais d'un centre commercial où convergeront les données statistiques et les suggestions d'intérêt général, et qui permettra aux intéressés d'entrer en contact direct, chaque fois que la nécessité l'imposera.

Les autres questions discutées à la réunion dont il a été fait mention ci-dessus n'ont eu trait qu'à l'ensemble de la situation économique, et ne peuvent par suite être considérées comme d'intérêt général, car il n'a été question que du problème du logement, envisagé au point de vue purement allemand, et de la solution qu'il comporte.

Conversion des mesures dans les traductions.

DANS tous les articles traduits, les unités de poids, de longueur, etc., sont approximativement traduites en unités anglaises ou métriques.

Les appareils de manutention et de levage dans les cimenteries.

par A. C. DAVIS.

(DIRECTEUR ADMINISTRATEUR DES USINES DE LA ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

La multitude des opérations, auxquelles donne lieu la fabrication du ciment Portland, nécessite un grand nombre de transports, de manutentions et d'opérations de levage. Le transport des matières brutes, au départ des carrières, se fait généralement par voie ferrée ou par funiculaire aérien, mais ces matières doivent ensuite être acheminées de leur dépôt provisoire aux broyeurs, des broyeurs aux silos ou aux malaxeurs, et enfin aux fours; les clinkers doivent être transportés des fours aux halls à clinkers, et des halls aux broyeurs; le ciment, fini de fabrication, doit aller des broyeurs, soit au magasin, soit aux silos, ou vers une destination analogue, et ainsi de suite. Les appareils de levage interviennent également à un grand nombre de stades de la fabrication.

Si les matières premières sont tendres et doivent être mélangées par voie humide, la chaux et l'argile arrivent en général directement au broyeur humide de tête, mais pour les matières premières sèches, les convoyeurs venant du dépôt sont généralement du type à ruban ou à courroie (fig. 1, page 681), à bords relevés s'il est nécessaire, pour augmenter leur capacité de transport, et ils fonctionnent à découvert; vu la nature des matières, il n'y a aucune nécessité de les abriter. Les convoyeurs sont quelquefois installés en pente, si la hauteur est faible, et travaillent alors comme élévateurs aussi bien que comme convoyeurs. L'inclinaison maxima pour un service de ce genre est de 30°, mais il faut se tenir au-dessous de cette pente autant que possible. La vitesse linéaire habituelle est, en chiffres ronds, de 60 m par minute, si la courroie est inclinée; elle peut atteindre de 105 à 120 m par minute, si la courroie est horizontale.

Le chargement des transporteurs à courroie, se fait en général mécaniquement (fig. 2, page 682), au moyen d'un dispositif répartissant les matières en une couche d'épaisseur constante; à l'extrémité d'entrée, la courroie est bordée par des planches, sur une longueur de 1 m 80 à 3 m, pour éviter que les matières ne se répandent hors de la courroie. Les courroies lourdement chargées sont portées par des rouleaux écartés de 0 m 90 ou de 1 m 20; cette distance peut être augmentée, si les courroies sont moins lourdement chargées. La décharge se fait généralement, mais non nécessairement, à l'extrémité de la courroie, et les matières guidées par une coulotte, tombent dans une trémie, si elles ne sont pas acheminées autrement, selon les besoins. On dispose des crapauds intermédiaires si les matières doivent être déchargées d'un côté ou d'autre de la courroie, à une place quelconque. Ce dispositif de décharge est mobile, et porté par des galets qui roulent sur une voie fixée sur la même charpente que les rouleaux de la courroie (fig. 3, page 682).

Les transporteurs sont actionnés par moteur électrique, à réducteur de vitesse, ou par courroie, avec trains d'engrenages. L'extrémité commandée est en général fixée sur la charpente, le dispositif prévu pour compenser les variations de longueur de la courroie, etc., étant généralement agencé à l'extrémité opposée. Si les variations de température des matières transportées sont faibles, il suffit de prévoir un réglage par vis; mais si la température subit des variations considérables, il faudra agencer une compensation automatique, généralement au moyen d'un lourd contrepoids.

La figure 4 (page 684), montre les différentes parties d'un convoyeur à courroie, transportant des matières premières : (*a*) extrémité d'entrée avec trémie et planches latérales; (*b*) extrémité de décharge; (*c*) crapaud intermédiaire; (*d*) coupe transversale par AA, montrant les bords de la courroie relevés.

Les élévateurs sont généralement du type à godets, fonctionnant à l'intérieur d'une gaîne entièrement fermée. Si les matières sont abrasives, on se sert plus généralement de courroies pour constituer la partie flexible de l'équipement, mais, dans le cas contraire, on utilise des chaînes genre Galle. Les courroies peuvent être en toile ou en tissu, et elles ont autant de plis que le nécessitent le travail à effectuer, la nature du chargement et la force dépensée. Si les matières sont très abrasives, il y a lieu de protéger les courroies en toile, sur leurs deux faces, par une couche de caoutchouc. L'écartement d'axe en axe des godets varie de 0 m 30 à 0 m 90; si le service est relativement peu chargé, il y a lieu d'adopter le grand écartement, et s'il est important un écartement plus faible s'impose. Si le travail à effectuer est très important, on peut être amené à rapprocher les godets jusqu'à la limite où ils peuvent se vider sans s'obstruer réciproquement.

Les élévateurs à chaîne sont adoptés pour les charges les plus lourdes, allant jusqu'à 200 tonnes à l'heure. Dans de telles conditions, il faut employer des godets de grande capacité; les godets doivent être très rapprochés, pour que la décharge soit continue, et la chaîne doit être largement prévue.

Si on emploie des courroies, la vitesse peut être portée à 120 ou 135 m a la minute, la vitesse exacte étant fonction du diamètre de la poulie supérieure; avec les chaînes, la vitesse doit être maintenue de beaucoup au-dessous de cette valeur. Il est plus facile de tirer parti de la force centrifuge pour vider les godets avec les courroies, qu'avec les chaînes.

Quel que soit le type d'élévateur, le rebord de la coulotte de réception joue un rôle très important dans le fonctionnement; l'arête du rebord doit se trouver, par rapport aux godets, dans une position telle, que quand ceux-ci commencent leur mouvement de descente, il n'y ait qu'un minimum de matières qui retombent dans la cuvette.

La figure 5 (page 685), montre deux vues d'un élévateur du type à godets: (*a*) matières entrant dans la cuvette et prises par les godets; (*b*) partie supérieure avec dispositif de déchargement et bords de guidage.

Qu'il s'agisse de produits fabriqués, ou en cours de fabrication, les mêmes principes s'appliquent, mais la manutention peut être conduite de façon différente. On utilise fréquemment pour les clinkers des transporteurs à godets (fig. 6, page 686) ou à secousses. Quand les matières sont encore brutes, la quantité de " fines " est très faible, et, de façon générale, il n'est pas toujours nécessaire d'enfermer les élévateurs ou les convoyeurs. A un stade ultérieur de la fabrication, il n'est plus possible d'utiliser les vis transporteuses pour le service, en raison de leur détérioration rapide; pendant les dernières phases de la fabrication, on se sert par contre de vis transporteuses, en raison de la facilité de les enfermer totalement, et de l'absence de poussières de leur fonctionnement.

Les vis transporteuses sont construites en plusieurs dimensions, depuis 0 m 15 jusqu'à 0 m 60 et même 0 m 75 de diamètre, si les quantités à transporter sont assez importantes pour justifier cette dimension. L'arbre central est généralement constitué par un tube étiré, assez épais, et la spirale est fixée au tube par soudure ou par des vis à oreilles d'un type spécial. La longueur habituelle de chaque tronçon de la vis est de 3 m ou 3 m 60, et les longueurs successives se rejoignent dans un palier; tout le support est fixé sur l'auge dans laquelle tourne la vis, ou porté par elle. Cette auge peut être faite,

soit en tôle d'acier, soit en fonte; si la vis est installée sur le plancher, ou à peu de hauteur, l'auge peut être en béton coulé sur place, les supports des paliers étant prévus lors de cette opération.

La figure 8 (page 687) montre une vis transporteuse type: (*a*) coupe en long; (*b*) coupe transversale d'une auge en acier doux; (*c*) même coupe d'une auge en béton.

La vitesse de rotation habituelle des vis varie de 100 t/min, pour le plus petit modèle, jusqu'à 50 t/min environ pour le modèle de 0 m 375, et 30 t/min pour le modèle de 0 m 60. Le modèle de 0 m 15, tournant à la vitesse convenable, peut transporter jusqu'à 5 tonnes à l'heure, sans difficulté; le modèle de 0 m 60 transporterait jusqu'à 100 tonnes à l'heure. En raison de l'agitation que crée la vis, il est nécessaire de l'enfermer complètement, quel que soit le type d'auge. Les auges en tôle d'acier ont généralement un couvercle en tôle également, boulonné sur les bords repliés de l'auge. Dans le cas de béton, on recouvre d'habitude la vis par des tôles de plancher striées, pesant environ de 50 à 60 kg/m^2; leur poids est suffisant pour les maintenir en place.

Il est préférable que l'air ambiant ne soit pas pollué par la poussière, et dans ce but on peut soumettre l'auge du transporteur, qu'elle soit en acier ou en béton, à une pression légèrement inférieure à la pression atmosphérique, en la reliant à l'aspiration d'un ventilateur. Le ventilateur aspire de cette enceinte la quantité juste nécessaire pour produire une légère dépression. Quelquefois l'enveloppe de la vis prend la forme d'une auge renversée, et forme une hotte, ce qui augmente l'espace occupé par l'air.

Les convoyeurs à courroie sont rarement utilisés pour le ciment fini de fabrication, en raison de la poussière que leur décharge répand dans l'atmosphère. Si ce type de convoyeur est adopté pour ce service, il est nécessaire d'enfermer complètement, et l'entrée des matières, et leur décharge, et de réduire la poussière au minimum.

Les élévateurs, spécialement ceux de grandes dimensions, sont susceptibles de se déranger, si les matières transportées sont à l'état de particules très fines. Si possible, ils seront dans ce cas du type continu à godets, à marche relativement lente, et leur capacité de transport sera due plutôt aux dimensions, qu'à la vitesse des godets. Pour ce service, les godets sont généralement fixés à des chaînes, qui ne se détériorent pas d'une façon anormale. Les mailles de ces chaînes sont le plus souvent en fonte malléable, les fuseaux et les axes en acier au manganèse, et l'emploi de ces matières pour les différentes parties donne satisfaction.

Depuis que les silos sont devenus d'un usage général pour la mise en magasin du ciment fini de fabrication, il est survenu une nouvelle difficulté, due à la hauteur anormale de la course verticale. Les silos ont fréquemment jusqu'à 30 m de hauteur, et, quoiqu'il soit possible de construire un élévateur pour une hauteur de levage de 30 m, il sera probablement préférable de scinder la course verticale en deux; la décharge de l'élévateur inférieur alimentera alors la cuvette de l'élévateur supérieur.

On dispose en outre actuellement de deux méthodes pneumatiques de manutention des matières pulvérulentes, pour les opérations de levage afférentes aux silos: (1) la pompe Fuller-Kinyon avec laquelle la pression de l'air est plus grande que la pression atmosphérique, et (2) le système de manutention F.L.S. dans lequel la pression de l'air est inférieure à la pression atmosphérique. Les deux systèmes utilisent des canalisations en acier doux, dans lesquelles le ciment circule après avoir été mélangé à la quantité d'air convenable. La quantité d'air nécessaire varie de 8,5 à 22,5 m^3 d'air par tonne de ciment; elle dépend des conditions de fonctionnement.

La pompe Fuller-Kinyon est constituée par une vis solidement construite, tournant à très grande vitesse dans un corps de pompe entièrement clos. Le ciment est introduit dans le corps de pompe par l'extrémité où la vis tend à produire une dépression, et il est refoulé dans la conduite par l'extrémité opposée; pendant son transport, il se mélange de façon intime avec l'air comprimé, soufflé par un injecteur en couronne, comportant un grand nombre de trous. Comme le courant d'air est dirigé dans la direction suivant laquelle le ciment doit se déplacer, le mélange air-ciment se met en mouvement, à grande vitesse (18 à 21 m/sec), dans la conduite, dont il s'échappe à l'extrémité opposée. Il ne se présente aucune difficulté pour transporter le ciment dans une conduite verticale; il peut, par contre, se présenter des difficultés si le parcours est en pente, ou bien horizontal, en raison de la tendance du ciment à former des dépôts, si la vitesse de l'air est trop faible. Une vitesse de 18 m/sec est la limite inférieure pour un fonctionnement normal, et ne doit être adoptée que pour des conduites très courtes. Une vitesse de 24 m/sec donne un fonctionnement sûr dans la plupart des cas, mais si la conduite est très longue, il y aurait lieu d'augmenter à la fois la vitesse, et le volume de l'air. Ce moyen de transport est actuellement en usage avec des conduites ayant jusqu'à 915 m de longueur. Le système est spécialement avantageux si le tracé du parcours n'est pas rectiligne, et il peut souvent être employé pour cette raison, quand les systèmes normaux de transport et de levage sont impossibles à appliquer.

La figure 11 (page 690) représente une de ces pompes, et la figure 10 (page 689) est une coupe montrant le corps de pompe: (*a*) l'entrée des matières; (*b*) la vis; (*c*) le moteur de commande; (*d*) l'accouplement; (*e*) l'injecteur d'air en couronne; (*f*) l'orifice de sortie; (*g*) et (*h*) le commencement de la conduite.

La force motrice et les frais d'exploitation de cette méthode de manutention sont naturellement élevés pour les faibles parcours. Mais si le trajet est très long et les difficultés anormales, il constitue souvent une solution économique et sûre du problème. L'air comprimé trouve son emploi dans un grand nombre d'opérations, et particulièrement dans celle qui vient d'être décrite, mais en raison du faible rendement des compresseurs, sa production est onéreuse.

Le système F.L.S. fonctionne d'une façon différente. Il comporte généralement deux récipients, ayant chacun une capacité de 2 à 3 tonnes, suivant l'importance de l'usine. Chaque récipient est relié par des conduites, avec robinets intercalés, au réservoir, ou à ce qui en tient lieu, qui doit être vidé, ainsi qu'au silo ou au magasin à remplir, à un ventilateur aspirant, à un compresseur, et enfin à la conduite de distribution. Le récipients sont alimentés alternativement, soit par le silo, soit par le réservoir, à l'aide des ventilateurs qui y font le vide; on évacue de la même façon les matières à l'aide du compresseur, en les acheminant sur le silo ou sur le magasin. Si l'on dispose de deux récipients, l'opération peut être pratiquement continue, l'un des récipients étant en voie de remplissage par le ventilateur aspirant, et l'autre étant en vidange par le compresseur. Pour éviter les fuites par l'un des nombreux robinets, ou par les conduites, des soins et de l'attention sont nécessaires.

Cette méthode de transport est encore plus ou moins à ses débuts, mais elle a montré la possibilité de transporter de 30 à 40 tonnes par heure de cette façon. Quelques installations de ce système sont en construction en Angleterre.

Dans le système Fuller-Kinyon, le ciment est introduit dans la pompe par un moyen extérieur, et le transport s'effectue au moyen de la vis de la pompe, à l'action de laquelle s'ajoute celle de l'air comprimé.

Dans le système F.L.S. le ciment est introduit dans le récipient au moyen du ventilateur qui y fait le vide, et sa vidange s'effectue par le groupe compresseur. Il n'a pas été possible d'avoir de renseignements, permettant d'exprimer en chiffres la force motrice absorbée par se dernier système. Pour le système à pompe, la puissance nécessaire est de l'ordre de 3 à 5 ch par tonne, pour une hauteur d'élévation de 30 m, avec une longueur totale de conduite de 150 à 180 m.

Le développement actuel de l'industrie du ciment au Japon.

L'ETAT actuel de l'industrie du ciment au Japon fait l'objet d'un mémoire très détaillé de M. Fujii, qui complète les renseignements publiés par CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE à diverses reprises*. Jusqu'à ce jour, cependant, aucune donnée n'a paru dans cette revue sur la qualité du ciment japonais, telle qu'elle est définie par les spécifications des normes de ce pays, ni sur le développement économique et l'organisation de cette industrie. Les premières normes japonaises, dont l'application a été rendue obligatoire par un décret du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, datent de 1905. Depuis lors, ces normes ont subi trois révisions, en 1909, 1919, et 1927. Le tableau I récapitule ces spécifications.

Les faibles résistances spécifiées avant 1919 provenaient de l'emploi comme norme du sable de Tokyo. Ce sable qui comportait des granules de deux dimensions était obtenu en broyant de la quartzite, et par l'emploi successif de trois tamis ayant approximativement 64, 144 et 225 mailles au cm². Quand a été adopté le sable de Soma (sable de quartz à grains de dimension uniforme admis par le tamis de 64 mailles au cm² et refusé par le tamis de 144 mailles), on a obtenu des résistances considérablement plus élevées, qui ont figuré pour la première fois dans les normes d'avril 1927. La tableau récapitulatif ci-dessous permet de comparer approximativement les résistances obtenues avec le sable normal japonais actuel, pris pour base, et les sables des normes allemandes et américaines.

Sable normal	Résistance à la traction.	Résistance à l'écrasement.
Japon	100	100
Allemagne	97,2	96
Amérique	103,8	107,2

Jusqu'à présent, il n'existe pas au Japon d'établissement public pour l'essai du ciment, et seules, les données numériques publiées par l'Association Technique des Fabricants de Ciment Portland du Japon nous permettent de nous faire une opinion sur la qualité des ciments japonais.

Le tableau II donne une idée générale de l'amélioration de leur qualité depuis 1924.

On remarquera que les principales caractéristiques des ciments japonais sont

* CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE—Vol. II, No. 7 (1929), pp. 204/205; Vol. III, No. 2 (1930), pp 339/343.

leur teneur relativement élevée en silice, leur faible teneur en alumine, et les fortes résistances obtenues.

Ce fait que les ciments japonais ont des résistances qui atteignent le double des résistances specifiées par les normes a incité l'Association Technique des Fabricants de Ciment du Japon à proposer, des 1928, une nouvelle révision du cahier des charges, comportant les modifications ci-dessous :

(1) Finesse : résidu 12% sur le tamis de 4900 mailles au cm².

(2) Résistance après	Traction Mortier 1 : 3 kg/cm²	Ecrasement Mortier 1 · 3 kg/cm²
3 jours	15	150
7 —	20	220
28 —	25	300

TABLEAU I

Date	Densite	Finesse Tamis, mailles, au cm²	Finesse Residu pour cent	Temperature ambiante en C	Temps de prise Debut heures	Temps de prise Fin heures	Epreuves d'invariabilite de volume
Fév 1905 -	—	900	10	—	1	10	Epreuve a l'eau froide, épreuves d'ebullition et à l'étuve
Déc 1909 -	—	900	5	—	1	10	Epreuves a l'eau froide et d'ébullition
Juin 1919 -	3,05	900	3	—	1	10	„
Avril 1927	3,05	4900	17	15—25	1	10	„

Date	Resistance a la traction en kg cm Ciment pur 7 jours	Mortier 1 3 7 jours	Mortier 1 3 28 jours	Resistance a l'ecrasement en kg cm² Mortier 1 3 28 jours	Sable normal	Perte au feu	Analyse MgO %	Analyse SO³ %
Fév. 1905 -	25	7	15	120	Tokyo	—	3	2 , 1,5 pour ouvrages maritimes
Déc. 1909 -	25	8	16	120	„	—	3	„
Juin 1919 -	30	10	18	140	„	5	5	2,5; 1,5 pour ouvrages maritimes
Avril 1927	40	14	21	210	Soma	4	3	2

TABLEAU II.

Epreuve	Fevrier Juin. 1924	Janvier, 1928
Nombre de ciments essayes	31	28
Résidu sur tamis de 4900 mailles au cm	10,04%	3,7 %
Densite		
Seche a l'air	3,121	3,144
Seche au feu	3,160	3,181
Temps de prise		
Eau	25,1%	25,9 %
Début	3 h. 49 mm	2 h. 53 mm
Fin	7 h. 9 mm.	4 h 34 mm.
Temperature ambiante en C	16,6	20
Resistance a la traction kg/cm²		
Ciment pur 7 jours	64,9	76,4
3 ,,		28,7
Mortier 1 3 7 ,	24,7	33,1
28 ,	30,9	38,8
Résistance a l'ecrasement kg/cm		
3 jours		321
Mortier 1 3 7 ,,	256	444,7
28 ,,	355	562,8
34 ,,		636,4
Sable normal	Soma	Soma
Analyse chimique		
Perte au feu	1,42%	1,09 %
Résidu insoluble	0,53 %	0,36 %
SiO_2	22,30 %	22,09 %
Al_2O_3	6,77 %	5,66 %
FeO_3	3,32 %	3,16 %
CaO	63,00 %	64,79 %
MgO	1,25 %	1,26 %
SO_3	1,27 %	1,23 %
Indices		
SiO_2/Al_2O_3	3,29	3,90
Sio_2/R_2O_3	2,21	2,50
Al_2O_3/Fe_2O_3	2,04	1,79
Indice hydraulique	1,92	2,07

L'organisation et le développement économique de l'industrie du ciment Portland sont soumis au Japon, au contrôle de trois associations: (1) L'Association technique des Fabricants de Ciment Portland du Japon; (2) L'Association du Ciment Portland du Japon; (3) l'Union du Ciment du Japon. L'Association technique est un organisme scientifique constitué en 1909, qui comprend la presque totalité des cimenteries; elle comporte trois sous-comités (le Comité des normes, le Comité du sable normal, et le Comité du béton) et tient des réunions générales, à l'occasion desquelles ses membres communiquent leurs rapports et mémoires. Parmi les tâches auxquelles s'est vouée cette Association

on peut citer l'uniformisation des méthodes d'essai, et l'adoption du sable normal actuel.

Presque toutes les cimenteries sont également membres de l'Union du Ciment Il s'agit ici d'un organisme purement économique qui émet tous les trois mois un règlement pour la limitation de la production Grâce à ce consortium, dont on peut s'attendre à voir le contrôle se renforcer avec le temps, les prix se sont stabilisés, ce qui rend la position financière des firmes adhérentes, bien plus satisfaisante

Le principal marché qui s'ouvre au ciment Japonais est le littoral du continent asiatique Les conditions climatériques sont si favorables que les fluctuations saisonnières ne sont pas et de beaucoup, aussi prononcées qu'en Europe et en Amérique du Nord Le tableau III donne les variations saisonnières de la consommation de ciment au Japon

TABLEAU III

POURCENTAGES MENSUELS DE LA PRODUCTION TOTALE ANNUELLE

	Japon	Allemagne	Amérique du Nord Moyenne des six dernières années
	%		%
Janvier	6,5	3,0	4,0
Février	6 5	5,0	4,2
Mars	8,0	8,0	6,4
Avril	9,0	8 0	8,6
Mai	9 0	10,0	10,3
Juin	8,5	10 0	10,8
Juillet	8,5	12,0	11,1
Août	8 5	12 0	11,5
Septembre	8,5	12,0	11,0
Octobre	9,5	12,0	10,6
Novembre	9,5	5,0	7,2
Décembre	8,0	3,0	4,5

Les restrictions imposées au Japon à la production dont consignées dans le tableau IV

TABLEAU IV

	Restriction maxima sur la production	Restriction moyenne sur la production
	%	%
Juin-Août 1928	32	27,6
Septembre-Octobre	26	22,8
Novembre	30	26,4
Décembre-Février 1929	35	29,8
Mars 1929	33	30,0
Avril-Mai 1929	26	23,7

Compte tenu du ciment exporté, les cimenteries travaillent très près de leur pleine capacité. Les coefficients d'exploitation des dernières années sont les suivants :

	Nombre d'Usines	Coefficient d'Exploitation (Valeur moyenne) %
1925	26	83,1
1926	30	92,0
1927	30	92,5
1928	30	93,5

Jusqu'à présent, on manque de statistiques précises sur la répartition de la production suivant la nature du travail. On peut cependant se baser sur les chiffres approximatifs suivants :

	%
Chemins de fer	13,9
Stations d'énergie hydraulique	10,3
Travaux de ports	3,0
Routes et Ponts	6,2
Travaux publics divers	9,3
Edifices publics et maisons d'habitation	23,6
Mines	1,0
Objets fabriqués en ciment	2,2
Usages privés	29,7
Divers	0,8

Quoique le Japon arrive quatrième sur la liste des puissances productrices de ciment, sa consommation par habitant est relativement faible, ainsi qu'il ressort du tableau ci-dessous :

CONSOMMATION DU CIMENT PAR HABITANT ET PAR AN.

	Kilos		Kilos
Belgique	326	Italie	98
Amérique du Nord	250	Angleterre	77
Danemark	163	France	70
Norvège	130	Japon	50
Allemagne	115		

La faible consommation actuelle peut être considérée comme étant la meilleure garantie de développement futur pour l'industrie Japonaise du ciment Portland.

Au sujet des annonces.

Le texte de l'annonce doit parvenir à cet office au plus tard le 25 du mois précédent celui de la parution. Dans le cas où un nouveau texte ne serait pas parvenu à cette date, les éditeurs se réservent le droit de reproduire le texte précédent.

Dans le cas d'annonces devant être imprimées en plus d'une seule langue, on doit fournir soi-même les traductions. Si on le désire, les éditeurs se chargent de ce travail de traduction, mais il est entendu qu'ils ne pourraient assumer aucune responsabilité en ce qui concerne l'exactitude de la traduction.

L'industrie du ciment en Pologne.

par ANTONI EIGER.

L'INDUSTRIE polonaise du ciment s'est considérablement développée depuis 1910. Après la Grande Guerre, la Pologne possédait 16 usines de ciment situées dans la région sud-ouest de cette république, sur la chaîne jurassique de Cracovie-Wielun, dans le voisinage des gisements de houille de Dabrowa, de Cracovie et de la Haute-Silésie, comme le montre la fig. 1 (voir page 695). Les usines Ros, Firley et Zdobunow situées en Pologne Orientale furent complètement détruites pendant la guerre; elles furent rebâties ensuite graduellement et commencèrent à fonctionner respectivement en 1923, 1926 et 1928.

L'accroissement de la capacité de production des usines a été très rapide. Pendant les années 1918-24, les progrès étaient lents, à cause de la guerre Russo-Polonaise et des troubles financiers du jeune Etat. La vente qui était de moins de 200.000 tonnes par an en 1920 a passé à 1.000.000 de tonnes en 1928. La capacité des fabriques qui était de 750.000 tonnes environ en 1919 a passé à 1.000.000 de tonnes en 1925, 1.250.000 tonnes en 1927 et 2.000.000 de tonnes en 1928.

La courbe des capacités est presque parallèle à celle des demandes. Pendant 1929 les producteurs du ciment, encouragés par la bonne vente de 1928 entreprirent l'agrandissement de leurs usines. De plus, on a commencé l'année dernière la construction d'une nouvelle usine qui aura une capacité de 150.000 tonnes. La consommation du ciment est relativement faible. Elle atteint un peu plus de 30 kgs par tête, tandis qu'en Allemagne elle atteint le chiffre de 100 kgs environ et plus de 200 kgs aux Etats-Unis, de sorte qu'on est en droit de prévoir des demandes plus importantes.

Un des résultats apportés par le grand développement de l'industrie a été l'équipement de la presque totalité des usines polonaises avec un outillage moderne. Le pourcentage de la production des usines non équipées avec des fours rotatifs a diminué depuis 13,3% en 1920 jusqu'à 3,9% en 1929. Voici des pourcentages de production relatifs à différents fours: Fours rotatifs (voie humide), 76,0; fours rotatifs (voie sèche), 17,6; fours rigides automatiques 2,5; fours rigides, 3,9.

Les matières premières employées sont les suivantes: pierre à chaux et argile 74,0%; craie et argile 13,5%; marne naturelle 12,5%. La marne naturelle est en usage dans 3 usines; elle doit seulement être additionnée d'une petite proportion de craie ou d'argile. Toutes les usines emploient le charbon pulvérisé pour le chauffage des fours.

La demande insuffisante sur le marché polonais a forcé les fabricants polonais à envisager l'extension de leurs ventes à l'étranger. Mais là, ils sont handicapés par la situation géographique de leur pays. La plus grande partie de la production polonaise est localisée, comme nous l'avons déjà dit dans la région du sud-ouest, qui est à plus de 650 km de la mer. Une autre difficulté qui a persistée jusqu'à une époque récente était dûe au fait qu'il existait des lignes de navigation en très petit nombre embarquant directement de Danzig ou de Gdynia. Le ciment à exporter avait ainsi à être transporté par chemin de fer, embarqué à Danzig ou à Gdynia et, dans beaucoup de cas transbordé à Hambourg ou à Anvers, de sorte que le trafic extérieur devenait presque impossible. Cet état de fait a maintenant changé à cause du développement rapide de Gdynia reliée maintenant par des lignes directes avec l'Inde, l'Amérique du Sud, les Etats-Unis et le Proche-Orient, de sorte que le ciment peut être embarqué directement pour ces pays. Un autre grand avantage résultera de la mise en

service de la ligne de chemin de fer Haute-Silésie-Baltique qui sera terminée en 1932.

Les chiffres suivants montrent les exportations par bateau du ciment polonais. Les principaux marchés sont les Etats de la Baltique, l'Amérique du Sud, les Etablissements des Détroits et le Proche-Orient; en 1924, 29.600 tonnes; en 1925, 11.800 tonnes; en 1926, 41.100 tonnes; en 1927, 150.436 tonnes; en 1928, 95.294 tonnes.

Des concentrations se sont constituées rapidement dans cette industrie depuis 3 années. En 1926 il y eut 2 groupes possédant 45% de la production totale, tandis que le reste soit 55% de la production était partagé entre treize compagnies. En 1927 trois groupes possédaient 67%. Le reste, soit 33% revenait à onze compagnies. En 1928 ces trois groupes augmentèrent leur production jusqu'à 85%, laissant les autres 15% à huit unités indépendantes. Finalement, en 1929, deux groupes contrôlaient 90% de la production tandis que les 10% restant appartenaient à quatre compagnies.

Le vente du ciment sur le marché intérieur et extérieur est assurée par la Société " Centro-Ciment " de Varsovie, qui agit comme le seul agent représentant toutes les usines de Pologne. Un département spécial du Centro-Ciment assure le service de la propagande relatif à l'emploi et l'utilité du ciment, contribuant ainsi à l'accroissement du marché local.

La fig. 1 (voir page 695) représente une carte montrant la distribution des usines à ciment à travers la Pologne; la fig. 2 (voir page 696) est une vue générale des usines Rejowice, deux fours de 72 m. × 3 m. et un de 46 m. × 2 m. 15 des usines Wysoka sont représentés sur la fig. 3 (voir page 697); la fig. 4 (voir page 697) représente la vue générale des travaux entrepris la nuit dans une carrière de Pologne à l'aide d'un projecteur électrique.

Revue bibliographique.

Guide pratique du chimiste dans l'industrie du ciment. Par Constantin Tsountas. 102 pages. Paris: " Revue des Matériaux de Construction." Prix: 20 fr.

Un guide répondant à ce libellé s'adresse à trois classes de lecteurs: d'abord aux chimistes expérimentés, désireux d'entrer dans l'industrie du ciment, mais n'ayant pas l'expérience pratique de la fabrication; en deuxième lieu, aux aides adjoints aux chimistes de l'usine, désireux d'occuper un poste plus important; enfin aux administrateurs et directeurs de cimenterie n'ayant que peu de connaissances chimiques, mais qui tiennent à être suffisamment renseignés pour pouvoir se rendre compte de l'efficacité du contrôle que les chimistes de l'usine exercent sur la fabrication. Ce livre donne des méthodes pour l'analyse chimique du ciment et de ses matières premières, y compris le dosage rapide de la chaux; on y décrit l'essai courant des boues et des gaz de la combustion; il décrit les méthodes d'essai des combustibles, des lubrifiants et de l'eau. Il ne donne pas d'information sur ce qui doit constituer de bons ou mauvais gaz combustibles ou lubrifiants, de sorte que le lecteur sera finalement forcé de se reporter à un autre traité, s'il veut interpréter les résultats obtenus en suivant les indications du volume.

On y trouve une méthode pour déterminer l' " aptitude à la cuisson " des matières premières du ciment après malaxage, et il y est établi une règle permettant de distinguer les boues ou farines brutes propres à donner des résultats satisfaisants au four rotatif de celles qui ne le sont pas. La méthode consiste à chauffer 30 minutes à 950° C. 1 gr du mélange de matière brute,

et à doser le résidu insoluble du produit calciné. Si ce résidu ne dépasse pas 8%, on peut s'attendre à voir la cuisson donner de bons résultats dans la pratique; au-dessus de ce chiffre, la cuisson serait difficile, et, au delà de 12%, elle serait pratiquement impossible.

Il y a lieu d'émettre des objections sur la méthode décrite pour doser la chaux libre dans le ciment, basée comme elle l'est sur le traitement du ciment par une solution sucrée *aqueuse*.

Le dosage du résidu insoluble du ciment n'est pas de pratique courante; la silice soluble étant délibérément coagulée, on la dissout ensuite en lessivant le papier filtre avec une solution de carbonate de sodium. La méthode plus orthodoxe consisterait à dissoudre le ciment de manière à éviter la précipitation de la silice, et à faire bouillir le résidu dans une solution de carbonate de sodium. Le même procédé est indiqué pour doser le résidu insoluble des calcaires et de la marne, mais il est difficile de se rendre compte de quelle valeur peut être ce dosage.

Pour l'analyse du charbon, on spécifie une température comprise entre 70° C. et 80° C. pour apprécier la teneur en eau, procédé qui n'aboutit certainement pas à une grande exactitude; la méthode normale d'analyse du charbon, recommandée par le Fuel Research Board, mentionne une température de 105° C. à 110° C. pour l'épreuve d'humidité.

L'ouvrage comporte de bons conseils aux chimistes sur certains sujets tels que la surveillance personnelle de l'échantillonnage, le compte-rendu écrit des défauts de mouture et de cuisson, destiné aux chefs de ces services, et ainsi de suite. Le travail du chimiste de cimenterie est gâché s'il ne réussit pas à faire prendre en considération ses recommandations.

S.G.S.P

Le four rotatif dans la fabrication du ciment.—IV.

par W. GILBERT.

Mesures relatives au charbon et au clinker.—On voit sur la colonne 7 de la feuille d'essai que la quantité de charbon pesée pendant l'essai atteignait 282,8 tonnes. Il est commode, pour faciliter les calculs, d'exprimer toutes les quantités de charbon comme étant " estimées sèches "; dans ce cas, la conversion se fait de la manière suivante

	tonnes
Charbon brut pesé pendant l'essai	282,80
Humidité à déduire, 1,85% .	5,20
Charbon pesé, estimé sec	277,60

Déduction.—Il faut déduire une quantité de charbon de 5,58 tonnes, perdue dans le sécheur sous forme de matière volatile et de poussière (nous en parlerons plus tard); une autre quantité de 2,35 tonnes provenant de ce que le niveau du charbon contenu dans la trémie était plus élevé à la fin qu'à commencement de l'essai, et correspondant à la différence des deux niveaux; il reste également à déduire une quantité estimée à 5,87 tonnes, et utilisée pour réchauffer le four toutes les trois heures consécutivement aux arrêts nécessités par les mesures

Pour les figs. 1-7, voir le numéro de janvier; pour les figs. 8-16, voir le numéro de mars, pour les figs 17-20 et la feuille d'essai, voir le numéro d'avril.

effectuées sur le charbon au moyen du dispositif latéral. Toutes ces quantités donnent une quantité de charbon sec estimée à 13,80 tonnes au total. Par conséquent, le chiffre exact correspondant au poids de charbon sec absorbé par le four est de $(277{,}60 - 13{,}80) = 263{,}80$ tonnes.

Le clinker produit.—Le pesage de la quantité totale de clinker, y compris le clinker répandu par terre à l'extrémité du refroidisseur, a donné le chiffre de 928,9 tonnes. La durée de fonctionnement effectif prise à la col. 2 donne 133,3 heures, d'où le débit en clinker par heure:

$$\frac{928{,}9}{133{,}3} = 6{,}97 \text{ tonnes}$$

Consommation du four en charbon normal.—La col. 12 donne la capacité calorifique moyenne du charbon employé, soit 7500 cal/kg.

Donc:—

$$\text{Charbon normal, pour cent parties de clinker} = \frac{263{,}8}{928{,}9} \times \frac{7500}{7000} = 30{,}47\%$$

Mesures de tirage.—Voici les moyennes des mesures effectuées pendant l'essai toutes les trois heures:—

		cm d'eau
(1)	Dans la coiffe du four en face du centre du four	0,63
(2)	à l'intérieur du four, à l'extrémité de dégagement des gaz	0,99
(3)	en face du four, à l'extrémité de dégagement des gaz .	1,52
(4)	à la base de la cheminée	3,57

La cheminée a donné un tirage plus fort qu'il n'était nécessaire, les moyennes des mesures effectuées sur chaque côté de l'étouffoir du four étant respectivement de 3 cm et de 1 cm 58.

Mesures de température.—Les valeurs moyennes des résultats obtenus sont les suivantes:—

		° C.
(4)	Air admis dans le refroidisseur	22
(5)	air admis dans la coiffe du four et venant du refroidisseur	298
(6)	zône de clinkérisation, température de flamme . . .	1480
(7)	zône de clinkérisation, température de la matière	1340
(8)	clinker sortant du four	1180
(9)	clinker sortant du refroidisseur	148
(10)	gaz dégagés à l'extrémité de dégagement du four ...	473
(11)	gaz dégagés à la base de la cheminée	310
(12)	air admis dans le four à travers le tuyau de brûlage du charbon	28

Les mesures inscrites dans les lignes 4, 9, 11 et 12 étaient effectuées toutes les trois heures, celles inscrites dans la ligne 10 l'étaient au moyen d'un enregistreur à fil, et le reste des mesures était effectué pendant le jour, quand les circonstances étaient favorables.

La température de l'air admis dans la coiffe du four après sa sortie du refroidisseur, inscrite dans la ligne 5 était mesurée au moyen du pyromètre à air chaud que nous avons déjà décrit (fig. 10).

On a construit, en face de la coiffe du four, à côté de la base, trois tuyaux ovales, mesurant 9 cm × 6 cm 4 à l'intérieur (fig. 18, page 564); ces ouvertures servaient à la fois pour mesurer la température de l'air, et pour mesurer la quantité d'air admise dans la base de la coiffe du four et provenant

du conduit de chûte du clinker. On combla de ciment le petit espace vide situé entre la base de la coiffe du four et la plateforme de chauffage.

Les chiffres figurant dans les lignes 6 et 7 furent obtenus au moyen d'un pyromètre optique et sont supposés être exacts; mais pour la ligne 8, où figure la température du clinker sortant du four, il est vraisemblable que les lectures correspondantes faites sur le pyromètre aient donné des valeurs de 85° C. plus basses que les températures réelles, ce fait étaint dû à la position plus exposée du pyromètre. Cette dernière correction a été déterminée au moyen d'un calorimètre à eau, en prenant la valeur 0,25 comme chaleur spécifique du clinker. Toutefois, il est plutôt difficile d'obtenir la température exacte du clinker sortant du four pendant le fonctionnement au moyen du calorimètre à eau, et on a dû faire plusieurs essais avent d'arriver à des résultats pouvant être considérés comme approximativement exacts.

Le calorimètre consistait essentiellement en un vase intérieur de cuivre contenant de l'eau, et un vase extérieur de tôle, avec un espace d'air de 1 cm 8 entre les deux. Le vase extérieur était recouvert par une couche épaisse d'amiante en feuilles rangées serrées l'une contre l'autre. Il y avait deux couvercles et un tube central communiquait avec le vase intérieur. On disposait le calorimètre adapté à l'extremité d'un tuyau en fer, dans l'ouverture antérieure de la coiffe du four, de façon à y faire tomber quelques grains de clinker pris dans la périphérie du jet Seulement, il n'était pas toujours possible d'y faire tomber la quantité convenable On retirait promptement le calorimètre, et on transportait rapidement le vase intérieur dans un vase extérieur double qui n'avait pas été chauffé par insertion dans la coiffe du four On notait l'élévation de température de l'eau, et on évaluait ensuite le poids du clinker à l'état sec On prenait la valeur 0 25 comme chaleur spécifique moyenne du clinker pris entre 1,200° et 15° C.

On a trouvé qu'il était necessaire de peser l'eau du vase intérieur avant et après l'expérience, étant donné que le clinker chauffé au blanc produisait, une fois arrivé au contact de l'eau, une certaine quantité de vapeur qui se dégageait (d'ordinaire de 1 à 1,5% de la quantité d'eau employée). Il fallait tenir compte la chaleur latente correspondant à cette quantité de vapeur.

D'ordinaire, tous les autres facteurs constituant le bilan de chaleur du refroidisseur se mesurent avec plus de facilité, de sorte que l'on pourra calculer, d'aprés les valeurs obtenues la température du clinker sortant du four avec une certaine valeur définie de la chaleur spécifique.

Mesure des quantités d'air.—Pour calculer la quantité de l'air s'écoulant dans un tuyau ou conduit, il faut connaître (*a*) le jaugeage moyen mesurant la vitesse de l'air, (*b*) la surface de la section droite de l'endroit où les mesures ont été effectuées, (*c*) la température de l'air, et (*d*) la hauteur de la colonne barométrique, car on doit introduire une petite correction résultant de la variation de cette dernière. Le poids d'air écoulé, exprimé en livres par minutes est donné par les quantités mentionnées ci-dessus à l'aide de la table 1. La formule donnée par cette table est la suivante:—

$$W = C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$$

La constante C, relative à la température de l'air est donnée dans la table pour chaque 27,7° C. On donne aussi la différence par degré. Pour une étude plus complète du sujet, nous renvoyons au traité " The Measurements of Air Flow," par E. Ower, du National Physical Laboratory (Angleterre).

La vitesse de l'air dans les différents points de la section droite d'un tuyau est loin d'être homogène; on a donc besoin, d'ordinaire, de prendre des mesures

en plusieurs points situés sur deux diamètres rectangulaires, ces points représentant, autant que possible, des surfaces égales de la section droite. On gradue convenablement les tubes Pitot afin de pouvoir repérer la profondeur à laquelle le tube est immergé par une lecture sur la partie émergente du tube Il est recommandé de ne pas effectuer les mesures de vitesse de l'air à côté de la bouche d'un ventilateur ou dans un endroit situé immédiatement après une courbure ou un coude aigu dans le tuyau ou conduit. En adaptant un canal parallèle, sur une longueur de quelques mètres avant d'arriver à la section droite soumise aux mesures, la vitesse de l'air tend à devenir plus homogène qu'elle ne l'aurait été autrement.

TABLE I

Mesure de l'écoulement de l'air.

Relation entre le poids de l'air écoulé par minute la température, et la vélocité mesurée par la jauge à eau.

Température en		Valeur de	Différence par degré		Remarques
F	°C	C	°F.	°C.	
60	15,5	302,6	0,275	0,5	W = Poids de l'air écoulé en livres et kg par minute respectivement.
100	38	291,6	0,214	0,41	
150	66	279,1	0,216	0,39	
200	94	268,6	0,192	0,35	a = Surface du tuyau ou conduit en pieds carrés et m² respectivement
250	121	259,0	0,171	0,31	
300	142	250,3	0,156	0,28	
350	177	242,5	0,142	0,26	i = jaugeage par l'eau de la vélocité
400	205	235,1	0,130	0,23	
450	232	228,9	0,122	0,22	
500	260	222,8	0,112	0,20	b = hauteur barométrique en pouces et mm de mercure
550	288	217,2	0,104	0,19	
600	315	212,0	0,096	0,173	
650	343	207,2	0,090	0,162	C = Constante tabulée pour une série de température de l'air
700	371	202,7	0,084	0,151	
750	398	198,7	0,080	0,111	
800	426	194,5	0,076	0,137	D'où :
850	454	190,7	0,066	0,119	
900	482	187,1	0,070	0,126	$W = C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$
950	510	183,9	0,064	0,115	
1000	537	180,7			

On doit mesurer la température de l'air aussitôt qu'on aura effectué la mesure de vélocité

L'air admis dans le four à travers le tuyau de brûlage du charbon.—On a effectué les mesures à 30 cm en avant du jet du cône de Venturi, où se fait l'admission du charbon pulvérisé dans le tuyau de brûlage. Le pression due à la vitesse de l'air (vélocité) était mesurée au moyen d'un modèle léger de tube Pitot du National Physical Laboratory (Angleterre), et d'une jauge à eau ordinaire constituée par un tube en U. Les chiffres entrant en ligne de compte sont les suivants :—

Tuyau de 15 cm de diamètre, surface de la coupe droite .	(a) = 0,196 pieds carrés (1 dm² 8)
Chiffre donné par la jauge à eau, mesurant la vélocité	(i) = 1,21 pouces (3 cm 07)
Température de l'air .	(t) = 83° F (28,3° C)
Hauteur barométrique	(b) = 30,3 pouces (769 mm 6)

Pour trouver C correspondant à la température de 28,3° C on la tire de la table I.

Valeur de C pour t 15,5° C	−302,6
Différence = 23 × 0,275	= 6,3
D'où C	= 296,3

et $W = 296{,}3 \times 0{,}196 \times \sqrt{1{,}21} \times \sqrt{\frac{30{,}3}{30}} = 64{,}2$ livres et 29 kg 12 respectivement par minute

L'air admis dans la base de la coiffe du four La fig 18 (page 564) montre une section droite de l'endroit où les mesures de la vélocité de l'air ont été prises On a pris trois mesures, une dans chaque ouverture, celles-ci étant situées en des points convenablement espacés, au moyen du dispositif de tubes Pitot représenté dans la fig 12, avec le tube employé pour mesurer la vélocité dirigé de haut en bas Les mesures ont été effectuées au moyen de la jauge à eau de précision, étant donné que la pression déterminée par la vitesse de l'air était inférieure à 1 cm 8 Voici les chiffres les plus importants

Surface de la section droite aux ouvertures de jaugeage	(s)	18 2 pieds carrés (1m 69)
Chiffre moyen donné par la jauge à eau, et mesurant la vélocité	(i)	0 019 pouces (1 mm 12)
Température de l'air	(t)	569 F (298,4 C)
Hauteur barométrique	(b)	30 1 pouces (772 mm 16)

Pour trouver C, on le tire de la table I —

Valeur de C pour t = 287,8° C	217,2
Différence = 19 × 0,104	= 2,0
D'où C	215,2

et $W = 215{,}2 \times 18{,}2 \times \sqrt{0{,}019} \times \sqrt{\frac{30{,}4}{30}} = 872{,}8$ livres et 395 kg 3 respectivement par minute

Nous avons donnés la valeur moyenne de la pression déterminée par la vitesse de l'air dans un but d'illustration, mais en pratique, il est d'usage de prendre la racine carrée de chaque pression déterminée par la vitesse de l'air et d'en faire la moyenne pour obtenir une valeur moyenne de $\sqrt{i}$.

La mesure de la pression statique (tirage ou pression effective) sur une section droite de l'endroit considéré est effectuée au moyen de la jauge à eau de précision en enlevant à la partie supérieure du trépied la cheville mettant la jauge en communication avec le tube dirigé face au courant, et en laissant en communication le tube statique B seulement (fig 11) Pour le cas qui nous occupe on a trouvé une valeur moyenne de 0 cm 71

L'air montant dans le refroidisseur.—L'usage est de faire ici les mesures à l'aide d'un anémomètre du même modèle que celui employé pour les moulins à vent, car la vitesse de l'air est trop faible pour qu'elle puisse donner une indication mesurable sur la jauge à eau de précision, du modèle robuste. Le diamètre du refroidisseur à l'extrémité inférieure est de 1 m 67, ce qui donne une surface de section droite égale à 2 m² 2 Il y a un petit espace à

l'extrémité du four où les canaux de chûte n'existent pas; et c'est là qu'on dispose l'anémomètre. On effectuait la mesure plusieurs fois pendant le jour, et on a trouvé pour la vitesse moyenne de l'air à l'entrée du refroidisseur la valeur de 129 m par minute. Une kilo d'air à 22,5° C occupe un volume de 0 m³ 83 donc:

$$W = \text{kg/min} = \frac{129 \times 2{,}21 \times 0{,}454}{0{,}83} = 340 \text{ kg.}$$

On trouve quelque difficulté à effectuer cette mesure, cette difficulté résultant de la poussière provenant du clinker qui tombe en cascade. La vitesse de l'air à l'entrée du refroidisseur est d'habitude irrégulière; on déplace l'anémomètre sur la surface de la section droite pour avoir une vitesse moyenne.

D'après les deux mesures, relatives à l'air, précédemment effectuées, nous avons:—

	kg/min
Air admis dans la base de la coiffe	395
air admis dans le refroidisseur	340
Différence	55

En supposant que les mesures aient été effectuées correctement, cette différence doit représenter les fuites de l'air autour de l'extrémité chaude du refroidisseur, et quelque autre fuite d'air à travers la maçonnerie de briques dans le conduit de chûte du clinker. L'air admis dans ce conduit par fuites autour de l'extrémité du refroidisseur (fig. 18, page 564) n'a pu être jaugé d'une façon convenable à cause du rayonnement de l'ossature du refroidisseur et du déversement à l'extérieur d'une petite partie du clinker chauffé au rouge.

Les fuites autour de l'extrémité chaude du four —La fig 21 (page 703) montre un diagramme de l'enveloppe de raccordement de la coiffe du four. L'un des bandages supportant le four se trouve à 2 m 35 de l'extrémité de celui-ci. Le four avait une structure rigide et n'oscillait pas trop autour de son axe en tournant. Il était donc possible d'adapter l'enveloppe de raccordement assez près de la circonférence du four. On mesura la largeur de l'espace vide laissé entre les deux et on lui trouva 0,271 pouces (0 cm² 68) comme valeur moyenne. Le tirage de l'air est provoqué par le vide existant dans la coiffe du four, et il semble d'après la fig. 21 (page 703) que la presque totalité de la pression déterminée par la vitesse de l'air serait utilisée pour communiquer à l'air la vitesse initiale avec laquelle il doit pénétrer dans l'espace vide existant entre le bord de l'enveloppe de raccordement et l'ossature du four.

Cet espace vide, qui est constitué par une couronne de 90 pouces (2 m 28) de diamètre a comme surface:

$$\frac{90 \times \pi \times 0{,}271}{144} = 0{,}532 \text{ pieds carrés } (0 \text{ m}^2\ 049)$$

L'air admis doit suivre, autour du bord de l'enveloppe de raccordement, un chemin en forme d'angle aigu, ce qui occasionne la contraction du jet d'air. Pour un orifice à bord aigu dans une plaque circulaire, la contraction atteint approximativement 0,63 de la surface totale; mais ici, les conditions sont différentes étant donné que la contraction a lieu pour un seul bord. On

suppose que le chiffre qui convient ici est de 0,8, ce qui réduit la surface de fuite à $0,8 \times 0,532 = 0,426$ pieds carrés (0 m² 039).

Voici des chiffres se rapportant aux autres facteurs entrant en jeu :—

Tirage dans la coiffe du four	...	(i) = 0,25 pouces (0 cm 63)
Température de l'air admis ...	...	(t) = 70° F (21,1° C)
Hauteur barométrique ...	...	(b) = 30,3 pouces (769 mm 6)
Valeur de C, tirée de la table I	...	= 299,8

D'où, en appliquant la formule :—

$$W = 299,8 \times 0,426 \times \sqrt{0,25} \times \sqrt{\frac{30,3}{30}} = 64 \text{ livres et } 29 \text{ kg}$$

respectivement par minute.

La quantité d'air totale admise dans le four.—Nous pouvons donner celle-ci, en résumé, dans ce qui suit :—

Par le tuyau de brûlage du charbon	29
par les fuites de l'enveloppe de raccordement de la coiffe du four	29
à travers le refroidisseur	340
fuites à travers le conduit de chûte du clinker (par différence)	55
total	453

Nous pouvons admettre ces totaux pour le moment. On les comparera plus tard avec une autre évaluation effectuée à partir du poids de charbon brûlé par minute et à partir d'analyses faites sur le charbon et les gaz dégagés.

fig. 17 (page 562), plan de l'usine.—A = dépôt de stockage du charbon; B = cylindres à charbon; C = élévateur; D = sécheur à charbon avec foyer; E = élévateur; F = kominor; G = moulins tubulaires; H = élévateur; I = trémie pour charbon pulvérisé; J = four rotatif; K = refroidisseur; L = chambre de poussière; M = étouffoir du four; N = cheminée du sécheur à charbon.

fig. 18 et 19 (page 564), conduit de chûte du clinker et extrémité du refroidisseur, deux vues.—A = extrémité du four; B = coiffe du four; C = conduit de chûte du clinker en briques réfractaires; D = saillie; E = extrémité du refroidisseur; F = ouverture de jaugeage, en face de la coiffe du four.

fig. 20 (page 565), diagramme de vitesse du four.

fig. 21 (page 703), enveloppe de raccordement de la coiffe du four.

(A suivre).

Une usine à ciment en Nouvelle Zélande.

LA nouvelle usine à ciment de la Milburn Lime & Cement Co., Ltd., de Burnside, près de Dunedin en Nouvelle Zélande, fut inaugurée le 11 mars 1929. Cette usine, construite par Edgar Allen & Co., Ltd., peut produire 1.000 t de ciment par semaine. Les matières premières sont le calcaire et la marne. En même temps qu'est pompée la pâte, un dispositif à secousses, au pied de la trémie à calcaire, vide cette trémie dans les godets d'un élévateur à chaîne sans fin qui transporte le calcaire jusqu'à un réservoir d'une capacité de 600 tonnes, adjacent au silo à pâte, et proche du premier broyeur mélangeur.

Le calcaire est ensuite amené par un transporteur à courroie jusqu'à un alimentateur à sole tournante qui alimente automatiquement un moulin mélang[illegible]

où à lieu le premier concassage. La pâte est amenée au moulin au moyen d'une roue excentrée et elle passe dans le moulin, mélangée à la quantité d'eau convenable, en même temps que les calcaires. Le moulin mélangeur, mû par un moteur de 150 CV est du type rotatif; il a une longueur de 11 m. et un diamètre de 2 m. Dans le premier compartiment les pierres sont concassées entre des billes d'acier forgé. A mesure que la pulvérisation avance, la matière passe dans le compartiment suivant, compartiment moyen du moulin, où elle est broyée entre des billes plus petites. L'opération est complète quand la matière arrive à passer dans le troisième compartiment où le dispositif de broyage est constitué par une série de très petites billes d'acier coulé. Du moulin mélangeur, le mélange de pierre calcaire et de marne est pompé dans trois bassins de correction, d'une capacité de 360 tonnes chacun. On empêche la solidification par une agitation à l'air comprimé.

Le four rotatif a 61 mètres de long et 2 m 7 de diamètre. Il est incliné de 1 : 24 sur l'horizontale et est mû par un moteur de 50 CV.

Un dispositif à secousses alimente le convoyeur qui déverse le clinker sur les soles d'alimentateurs automatiques. A ce moment, on ajoute au clinker 2% de gypse australien. Le moulin a des dimensions analogues à celles du moulin déjà décrit et est actionné par un moteur de 150 CV. Le ciment est en magasin dans vingt silos de 200 tonnes chacun d'où un système de transporteur à vis le conduit jusqu'à la station d'ensachage, dont le débit est de 25 tonnes à l'heure. On a prévu le dédoublement de chacune des parties de l'exploitation pour le cas où la demande de ciment se développerait suffisamment pour rendre cette mesure nécessaire.

L'installation électrique comprend 32 moteurs, développant une puissance de 2.100 CV. Deux de ces moteurs sont des installations marchant chacun avec un courant de 6.600 volts. La compagnie reçoit son énergie en gros à 6.600 volts et l'abaisse à 400 volts. L'installation comporte deux machines synchrones qui équilibrent la consommation dans l'usine.

La fig. 1 (voir page 708) est une vue générale de l'usine, tandis que la fig. 2 (voir page 709) montre le moulin finisseur pendant le montage.

L'industrie du ciment en Espagne.

par JULIÁN GIL MONTERO.

Le développement de l'industrie du ciment en Espagne est d'origine récente, et coincide avec l'activité actuelle de l'industrie du bâtiment. La première cimenterie espagnole a été mise en route en 1898. Propriété de la Sociedad Anónima Tudela-Veguín, elle a été équipée avec des fours rotatifs, inventés quelques années auparavant. Jusqu'à cette époque, tout le ciment consommé en Espagne était importé.

L'usine de la Sociedad Anónima Tudela-Veguín est installée dans la province d'Oviedo, et comporte actuellement quatre fours rotatifs d'une capacité de production annuelle de 60 000 t. Quelques années après, en 1904, le comte de Güell, avec la collaboration de José F. de Navarro et de l'architecte catalan, D. Rafael Guastavino, a inauguré dans la province de Barcelone une nouvelle usine, qui a mis sur le marché la marque de ciment " Asland." En 1909 cette usine a été agrandie par l'adjonction de fours rotatifs supplémentaires, de plus de 40 m, capables d'une production annuelle de plus de 105 000 t. La Compañia General de Asfaltos y Portland Asland, qui possède cette usine, est actuellement le principal consortium de l'industrie du ciment en Espagne,

fabriquant 25% de la production nationale, avec une deuxième usine à Moncada (Barcelone), mise en marche en 1917; une troisième usine, dans la province de Tolède (près de Madrid), mise en marche en 1926, a fait l'acquisition de la cimenterie "Fama," édifiée dans la province de Biscaye en 1923. A l'heure actuelle, huit fours rotatifs sont en marche selon le procédé sec, avec une production annuelle de 500 000 t. Il existe, en outre, quatre usines travaillant d'après le procédé sec, dans les provinces de Madrid, de Barcelone et de Navarre, avec dix fours rotatifs et une production annuelle d'environ 400 000 t.

Le procédé humide a été adopté pour la première fois en Espagne par une usine de la province de Barcelone, appartenant à Don José Fradera, mise en marche en 1913, et qui est favorisée par les riches carrières de Vallcarca de Sitges. Cette usine comporte trois fours capables d'une production de 135 000 t par an, et fabrique à la fois le ciment Portland et le ciment de grappiers. Quatre autres usines utilisent encore le procédé humide, à Bilbao, Madrid, Tolède et Séville, avec cinq fours, et une production qui dépasse 300 000 t, en y comprenant l'usine de M. Fradera. En 1926, F. L. Smidth ont construit pour le compte de la S. A. Cementos Griffi, à Villanueva y Geltrú (Barcelone) une usine équipée d'un four produisant 30 000 t par an, et ne fabriquant que du ciment Portland blanc.

Le procédé de délayage épais, qui n'est pas encore très répandu en Espagne a été adopté par la S. A. Cosmos, de Madrid. Cette firme a ouvert en 1924 une usine à Toral de los Vados (province de Léon), équipée avec les appareils Amme, Giesecke et Konegen. Cette usine peut produire 60 000 t par an avec un four rotatif.

Il existe sept usines équipées avec des fours verticaux, dont le nombre global atteint trente-trois. La plus ancienne appartient à la Sociedad Aragonesa de Portland Artificial de Saragosse; son exploitation date de 1900, et elle a quatre fours en marche. La production annuelle totale des sept usines est d'environ 450 000 t. Ces usines fabriquent presqu'exclusivement du ciment Portland, sauf quelques unes qui produisent des ciment pouzzolaniques et des ciments de grappiers, et la S.A. Zumaya, sise dans la province de Guipuzcoa, qui fabrique le ciment portant son nom. A l'heure actuelle il y a trente cimenteries en Espagne, avec trente trois fours rotatifs, et autant de fours verticaux.

La guerre a occasionné une grande pénurie de ciment, et avec la hausse des prix qui en est résulté, les fabricants espagnols se sont rendu compte de la possibilité d'exporter leurs ciments dans les pays alliés. De nouvelles usines ont été mises en marche, et celles existant déjà ont été améliorées. La production annuelle totale, qui avait augmenté de 140 000 à 400 000 t de 1905 à 1914, a atteint 600 000 t en 1920. La consommation nationale s'est également accrue par suite le l'activité de l'industrie du bâtiment. Dans les grandes villes on a bétonné certaines rues, on à construit des routes à même de supporter le trafic automobile intense de l'époque actuelle, et les emplois du ciment se sont étendus de telle façon que la production, de 730 000 t en 1921, est passée à 800 000 t en 1923, à 1 175 000 t en 1924, et à 1 300 000 t en 1925. Dans l'étude des nouvelles usines, la proximité des centres de consommation, a été prise en considération, et comme il y avait déjà nombre de cimenteries au nord et dans le centre de l'Espagne, on a ouvert en 1922 et 1923 des usines dans la province de Valence et en Andalousie. L'activité des chantiers de construction et des travaux publics ne suffisait cependant plus à absorber l'excédent de la production des vingt usines qui étaient en marche en 1925. Une vive concurrence s'est déclenchée entre les fabricants, qui s'est répercutée sur les prix, et qui a été accrue par la mise en marche de cinq nouvelles usines, capables de produire 220 000 t en plus.

Les ciments alumineux et les ciments à haute résistance avaient à l'époque entamé avec le ciment Portland une compétition qui s'est fait sentir dans le monde entier. La concurrence n'a cependant pas été très vive en Espagne, car les fabricants, en maintenant les prix, ont pu opposer la qualité, et tout en recourant à tous les moyens pour réduire leurs prix, ils se sont efforcés également d'améliorer leurs ciments, et de les rendre capables de lutter avec les ciments à haute résistance et alumineux. La concurrence s'est poursuivie de plus en plus vive à la suite de l'ouverture des nouvelles usines; les fabricants ont alors senti la nécessité de former une association qui fixerait un prix de vente minimum, réduirait la production selon la demande, et empêcherait la mise en marche de nouvelles usines. A cette fin, il s'est constitué en décembre 1926 la " Agrupación de Fabricantes de Cemento Portland "; la concurrence a par suite cessé, quelques firmes ont fusionné, la qualité de la production a été améliorée, et les restrictions envisagées n'ont pas été nécessaires, car les travaux publics, grâce aux encouragements du Ministre du Fomento, señor Conde de Guadalhorce, ont provoqué une augmentation énorme de la demande nationale. C'est ainsi que le Circuito Nacional de Firmes Espaciales est chargé de l'amélioration des routes nationales; de grands travaux ont été entrepris aux rapides du fleuve Douro; les Confederaciones Sindicales Hydrográficas ont été créées pour mettre en valeur l'énergie hydraulique; les travaux des voies ferrées, des ports et des autres entreprises de construction, absorbent une telle quantité de ciment, que la production nationale, qui a atteint 1 500 000 t en 1929, s'est montrée insuffisante, toutes les usines travaillant à pleine capacité, malgré l'autorisation jugée nécessaire par le gouvernement de feu le général Primo de Rivera d'importer 300 000 t de ciment étranger à droits de douane réduits. La production nationale dépassera sous peu 2 000 000 de t, car une nouvelle usine sera bientôt mise en marche dans le district de Miraflores (province de Saragosse) par la firme S. A. Cementos Portland Zaragoza, avec des fours rotatifs, suivant le procédé humide; la société " Asland " construit une usine ultra-moderne à Cordoue; une autre est projetée dans la province de Valladolid, loin de tous centres de production, et dont on prévoit le grand développement futur.

L'Association des fabricants a commencé dernièrement à publier des brochures et à faire de la propagande pour faire apprécier les qualités du ciment Portland. Les usines augmentent leur capacité de production, et ouvrent des laboratoires et des bureaux d'information pour leur clientèle. La technique du bâtiment a fait des progrès considérables ces dernières années, grâce aux " gratte-ciels " et aux applications, de plus en plus étendues, du béton armé et des produits en béton.

La fabrication du ciment alumineux ne semble pas avoir de bonnes perspectives en Espagne. La bauxite n'est pas très abondante. Quelques publications techniques ont cependant suggéré la possibilité d'utiliser les bauxites pauvres pour améliorer le laitier de haut fourneau, conformément aux essais faits aux Etats-Unis par le " Bureau of Mines," qui a obtenu de cette façon des laitiers alumineux; ce procédé permettrait de produire une certaine quantité de ciment.

Le ciment Portland blanc, fabriqué pour la première fois en Espagne par la Compagnie " Asland " et ensuite par " Griffi " est l'objet d'une demande croissante pour les travaux de décoration et d'ornementation. A l'Exposition du bâtiment, tenue à Madrid en 1925, la Compagnie Asland a présenté des statues très soignées, faite avec du ciment Portland blanc de sa propre fabrication. Au Village Espagnol de l'Exposition Internationale de Barcelone de 1929, on s'est servi de ciment Portland blanc pour la reproduction d'édifices, de monuments et de détails d'architecture espagnols. Le ciment imitait à s'y méprendre la pierre calcaire, le granit, la brique, l'argile; la reproduction était parfaite, tant comme coloration que comme texture.

BAND 3. NUMMER 5. MAI 1930.

CEMENT
AND
CEMENT MANUFACTURE
DIE INTERNATIONALE ZEMENTZEITSCHRIFT IN VIER SPRACHEN.
DEUTSCHER TEIL

Die Prüfverfahren für Zement.

von Dr. C. R. PLATZMANN.

Die Januar und Februar-Ausgabe dieser Zeitschrift enthalten eine Reihe verschiedener Beiträge, welche sich mit den Prüfungsverfahren für Zement beschäftigen, und die um so mehr Beachtung verdienen, als sie sämtlich bei sonst vielfältiger gegensätzlicher Auffassung einer Vereinheitlichung der Normenvorschriften mehr oder minder optimistisch das Wort reden. Eigene Veröffentlichungen[1], die bis auf das Jahr 1927 zurückgehen, haben sowohl auf die Verschiedenartigkeit der Normen in den einzelnen Ländern — es hatten die Vorschriften von 27 Staaten Berücksichtigung gefunden — wie auf die anzustrebende Vereinheitlichung dieser hingewiesen. Eine solche Tendenz ist nicht neu. Die Zusammenstellung, welche zum Beispiel A. C. Davis[2] in seinem vorzüglichen Werk vor Jahren brachte, kann nur dahin gedeutet werden, dass sie auf die Verschiedenartigkeit der Normen als unerwünscht hinweisen sollte.

Es haben sich überhaupt in den letzten Jahren die Stimmen derer gemehrt, die das bisherige System der Zementnormen abgeändert sehen möchten. Da sind einmal die von Féret (Boulogne-sur-Mer) und Ros (Zürich) getragenen Bestrebungen, die auf eine Prüfung plastischer Mörtel an Stelle der bisher üblichen erdfeuchten abzielen, und dann scheinen sich daneben Tendenzen geltend zu machen, welche das System noch radikaler ändern möchten, indem sie die Beurteilung der Güte auf Grund der chemischen Zusammensetzung anstreben. Als Exponent dieser Richtung wird man wohl zunächst einen in der Welt so bekannten Fachmann wie P. H. Bates vom Bureau of Standards in Washington anzusprechen haben, hat doch dieser 1927 in der, anlässlich des fünfzigjährigen Bestehens des Vereins Deutscher Portland Cement Fabrikanten erschienenen Festnummer der Zeitschrift "Zement" eine Abhandlung zu dem Thema "Der gegenwärtige Stand der Portlandzementforschung und die Möglichkeiten der Herstellung von hochwertigen Zementen"[3] veröffentlicht, an deren Schluss er sehr scharfe Kritik an den jetzigen Zementprüfungsverfahren übt, ihnen Empfindlichkeit, Präzision und Akkuratesse abspricht, besonders aber die Anwendung der bisherigen Verfahren auf die Prüfung von frühhoch-

festen-und Tonerdezementen verwirft. In diesem Zusammenhange muss auch einer kürzlich erschienenen Arbeit[4] gedacht werden, bei der meines Wissens zum ersten Male auf Grund experimentellen Materials der Versuch gemacht wurde, chemische Zusammensetzung und Festigkeit eines Zements in Beziehung zu einander zu bringen. Dieses ist um so interessanter, als gerade Dr. Haegermann in seinem Beitrag[5] für "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" einen solchen Zusammenhang kürzer Hand bestreitet, andrerseits[6] seine zuständige Sachverständigkeit aber schlechterdings nicht in Zweifel gezogen werden kann. Bei solcher Sachlage sei es gestattet, die erwähnte Arbeit von A. I. Poole hier ganz kurz zu würdigen. Poole will, unter Voraussetzung, dass Tricalciumsilikat der hydraulisch wichtige Hauptbestandteil des Portlandzements ist, aus der bei der Hydratation abgespaltenen Menge an Kalk, die er titrimetrisch bestimmt, Schlüsse auf die Festigkeit nach 7 Tagen ziehen. Diese Bestrebungen, das sei ohne weiteres zugegeben, sind noch lange nicht reif, um ihnen einen bereits normengemässen Ausdruck zu verleihen. Sie sind aber sicher so beachtlich, dass man angesichts der Unzufriedenheit mit den bestehenden Normen, ihrer Entwicklung weitgehendste Aufmerksamkeit schenken sollte, wird doch selbst von den eifrigsten Verfechtern der Beibehaltung des gegenwärtigen Normensystems ohne weiteres zugegeben, dass dieses unvollkommen und verbesserungsbedürftig ist. Das geht aus dem Artikel von Prof. H. Kühl[6] wie dem des Dr. Haegermann unzweideutig hervor. Auch die englischen Bestrebungen, eine grundlegende Revision ihrer Normenvorschriften herbeizuführen, können nur in diesem Sinne gewertet werden.

Wichtiger indessen als eine völlige Neuordnung der Normen ist zunächst der Versuch zu einer Vereinheitlichung zu gelangen. Daneben kann sehr wohl eine internationale Zusammenarbeit laufen, die darauf abzielt, das Normenverfahren überhaupt auf einer anderen, zeitgemässeren Grundlage aufzubauen.

Man wird sich zunächst sehr weitgehend darüber einig sein können, dass die ersten deutschen Normen aus dem Jahre 1878—die ältesten—seiner Zeit eine Tat sondergleichen bedeuteten, was am besten daraus ersichtlich wird, dass diese Normen und ihre späteren Revisionen die Vorschriften sehr vieler anderer Länder bestimmend beeinflusst haben. Man wird daher auch vollkommen verstehen, dass man gerade in Deutschland sehr an diesen Normen, ihrer Tradition und ihrer zweifellosen Bewährung durch Jahrzehnte hindurch hängt, ist doch durch diese die ungeheure gütemässige Steigerung der deutschen wie vieler Zemente anderer Länder überhaupt erst möglich geworden. Man hat aber andererseits gelegentlich die Empfindung—und zwar nicht allein in Deutschland—dass einzelne Länder die starre Beibehaltung ihres Normensystems zu einer Art nationaler Frage machen möchten, während bei der engen weltwirtschaftlichen Verflechtung der Länder andererseits kein Land Bedenken trägt, Abkommen mit anderen Ländern hinsichtlich der Absatzgebiete, Zölle usw. zu treffen. Eine solche Inkonsequenz ist schlechterdings unverständlich, weil Abkommen über Fragen der erwähnten Art naturgemäss auch gleiche Erzeugnisse von gleicher Güte voraussetzen.

Dr. Haegermann weist in seiner Arbeit mit Recht darauf hin, dass gerade die verschiedenen Normensande eine Vergleichsfähigkeit ausschliessen; er verurteilt aber gleichzeitig auch Prüfungen von Probekörpern aus reinem Zement und möchte offenbar auf dem Wege über die Prüfung plastischer Mörtel mit bemischtkörnigen Sanden zu dem auch ihm erstrebenswert erscheinenden Ziele einer Vereinheitlichung der verschiedenen Normenvorschriften gelangen. So beachtenswert ein solcher Vorschlag auch ist, und so wertvoll die Haegermannschen Ausführungen zu der Frage der Zementprüfung überhaupt auch sind, so

glaube ich dennoch, dass damit die lästige Sandfrage noch keineswegs gelöst ist, da die Schaffung eines gleichmässigen, gemischtkörnigen Sandes in der ganzen Welt die gleichen Schwierigkeiten wie bei den Normensanden bringen musste.

Ich glaube auch weiter, dass die Abschaffung der Zugprobe von 1 : 3—Mörtel dem Prüfverfahren schadenbringend sein wird. Es besteht zweifellos bisher noch keine uns bekannte feste Relation zwischen Druck-und Zugfestigkeit, und doch sollte man auf fabrikatorischem Wege zu einer solchen zu gelangen suchen, da erfahrungsgemäss gerade die Bestimmung der Zugfestigkeit ein sehr wertvolles Kriterium hinsichtlich der Raumbeständigkeit eines Zementes ist. Zemente mit verhältnismassig hohen Druckfestigkeiten und unverhältnismassig niedrigen Zugfestigkeiten sind stets treibverdächtig. Der aber gleichzeitig die Tendenz besteht, die Raumbeständigkeitsprüfungen durch solche beschleunigter Natur,—Le Chatelier und Michaelis—, zumindest zu ergänzen, diese aber manche Treibursachen keineswegs eindeutig indizieren, bedeutet die Abschaffung der Zugfestigkeitsprobe den Verzicht auf einen notwendigen Sicherheitskoeffizienten, den auch die etwaige Aufnahme der Biegesfestigkeitsprüfung in die Normen nicht ersetzen kann. Da zudem die Prüfapparatur für Zugfestigkeitsbestimmungen erheblich weniger kostspielig ist als eine solche zur Ermittlung der Druckfestigkeit, und gerade die Betonindustrie in wachsendem Masse Wert auf eine wissenschaftlich-technische Baustoffkontrolle legt, sollte man eine solche dieser nicht unnötig erschweren und komplizieren. Die heutigen Zemente sind durchweg viel höher im Kalkgehalt eingestellt,— man denke nur an die frühhochfesten Zemente —, sie sind also auch der Treibgrenze näher. Jede, vielleicht nicht einmal bemerkte Unregelmassigkeit im Betriebe,— Vorzerkleinerung, Brennprozess, Klinkermahlung —, kann sich daher unter Umständen verhängnisvoll auswirken, wenn man nicht die Zugprobe als kritisches Mittel besitzt.

Dass man Bestimmungen uber spezifisches Gewicht ohne weiteres entbehren kann, ist klar, denn H. Hühl weist durchaus zu Recht in seinem Beitrag darauf hin, dass unzureichendes spezifisches Gewicht sich bei anderen Prüfungen bemerkbar macht. Auch der Wert der Mahlfeinheitsbestimmung, hat sehr verloren, seitdem die existierenden Siebe nicht mehr in der Lage sind, ein klares Bild der Kornzusammensetzung, besonders hinsichtlich des feinsten Mehls zu geben. Der Wert ist sogar vollkommen problematisch für die frühhochfesten Zemente. Die Ausfuhrungen D. B. Butler[7] in seinem Artikel „ Cement past and present " zu dieser Frage sind von überzeugender Wirkung, wobei insbesondere die zwingende Ueberlegung einleuchtet, dass alle Windsichtungsapparate in erster Linie ein Hilfmittel für den Zementfabrikanten darstellen. Es ist, um nur ein Beispiel herauszugreifen, natürlich ein Unding für die heutigen Zemente einen Rückstand von 5% auf dem 900—Maschensieb, —etwa dem 76 x 76-Siebe Englands entsprechend—, zu normieren. Dass auch ein Rückstand von 1%, wie er in England vorgesehen ist, nicht mehr den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, hat Butler auf Grund seiner praktischen Erfahrungen einwandfrei nachgewiesen.

Die wesentlichen Punkte, durch die zur Zeit die Güte eines Zements bestimmt wird, bestehen, wie Dr. Haegermann sehr richtig feststellt, darin, dass eine richtig begrenzte Begriffserklärung, angemessene Bestimmungen der Abbindezeit und Raumbeständigkeit wie der Festigkeit normiert sind. Sind diese Vorschriften materialentsprechend, so sind alle weiteren Bestimmungen unnötig bezw. von minderer Bedeutung.

Die von Dr. Haegermann zur Frage der Abbindezeit vorgebrachten Ausführungen wird man voll und ganz unterschreiben können. Ich vermisse lediglich die Forderung nach der Konsistenzmessung, wie sie in den schweizerischen, oesterreichischen und polnischen Normen zum Beispiel vorgesehen ist, und von deren Einführung man sich gleichmässigere Ergebnisse mit dem Vicat-Apparat versprechen kann, zumal sich alle Beteiligten darüber einig sind, dass kein Messinstrument von grösseren Zufälligkeiten abhängig ist. So lange an dessen Stelle kein automatisch registrierender Apparat tritt,— und hierzu fehlen noch alle Voraussetzungen trotz vielfältiger Versuche —, wird man sich leider mit der Unvollkommenheit des gegenwärtigen Apparates noch längere Zeit abfinden müssen. Es ist allerdings denkbar, dass eines Tages eine Vorrichtung automatischer Art geschaffen wird, die in einer gewissen festen Beziehung zu den beim Abbinden auftretenden Wärmeerscheinungen steht, oder dass chemische Zusammensetzung und Abbindezeit eines Zements in Relation gebracht werden. Bis es indessen einmal so weit ist, wird noch viele Zeit vergehen und mancher untaugliche Apparat in Vorschlag gebracht werden. Dass eine Festsetzung des Termins für den Abbindebeginn notwendig ist, kann nicht bezweifelt werden. Dem in dieser Zeitschrift mehrfach behandelten Thema der fehlerhaften Abbindezeit wird in Zukunft Rechnung zu tragen sein durch genaue Normierung der Mischzeit. Hinsichtlich des Abbindeendes kann man hierfür vielleicht eine Vorschrift auf Grund der Haegermannschen Ueberlegungen entbehren, doch scheint aus Gründen der Kontrolle des Erhärtungsverlaufs eine solche Bestimmung dennoch nützlich, zumal bekannt ist, in welchen weiten Grenzen diesbezügliche Schwankungen aufzutreten pflegen. Da gerade verfälschte Zemente, wie mit Puzzolanen gestreckte oder aus hydraulischem Kalk und Hochofenschlacke aufgebaute, häufig eine unangemessene Verlängerung der Abbindezeit aufweisen, dürfte in der Festsetzung eines Termins für das Abbindeende eine gewisse Möglichkeit bestehen, solche Verfälschungen zu vermuten.

Gegen die zumeist übliche Raumbeständigkeitsprobe, einen Zementkuchen nach 28-tägiger Lagerung unter Wasser auf Verkrümmungen und Risse zu beobachten, wird namentlich von der Zement verarbeitenden Industrie eingewendet, dass man zumeist nicht in der Lage sei, vier Wochen zu warten. Die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben, deren Begrenzung auf die Le Chatelier-und Michaelisprobe äusserst wunschenswert wäre, scheinen dagegen noch nicht unbedingte Gewähr zu bieten, dass später nicht doch Treiben eintritt. Die Ausführungen von H. Kühl die sich zum Beispiel gegen Variationen der beschleunigten Proben,— Australien —, wenden, sollten in möglichst weitgehendem Masse beachtet werden. Im übrigen wird zur Zeit nichts anderes übrig bleiben, wie die beschleunigten Prüfungen als vorläufige in Kraft zu setzen und die 28-tägige Kaltwasserprobe auch weiter als endgültige gelten zu lassen. Man sollte aber die beschleunigten Proben in Beziehung setzen zu einer Festigkeitsprüfung im frühen Alter nach 2 oder 3 Tagen und bei dieser Prüfung eine bestimmtes Verhältnis von Zug-zu Druckfestigkeit, wie zum Beispiel 1 : 10, verlangen, um damit den Sicherheitskoeffizienten zu erhöhen.

Ueber die Festigkeitsprüfungen ist bereits im Vorhergehenden einiges gesagt worden. Als wichtigste Frage wäre zunächst eine Entscheidung zu treffen, ob die Anfertigung der Probekörper mechanisch oder von Hand zu erfolgen habe. Das in England und Amerika,— auch Canada und Jamaica gehören hierher —, übliche, unter sich aber auch wieder verschiedene Verfahren der Herstellung der Probekörper von Hand muss ganz zweifellos als dem mechanischen Verfahren unterlegen angesehen werden, mag auch der mit dieser Arbeit Betraute sich eine grosse manuelle Gewandheit erworben haben. Die Gewähr für die

Gleichmässigkeit der Probekörper muss bei der maschinellen Anfertigung notwendigerweise eine grössere sein sowohl, was die auf jeden Probekörper entfallende Masse wie ihre Gleichförmigkeit,— gleichmässige Verteilung von Zement, Sand und Wasser—, anbetrifft. Wie sehr man selbst in England diese Empfindung hat, beweisen die Ausführungen von R. H. H. Stanger[8] in dieser Zeitschrift, der zur Vermeidung von Ungleichmässigkeiten die Einführung des Hammerapparates in die englischen Normen befürwortet. Auch die an einen Vortrag von D. B. Butler sich anschliessende Diskussion[9] zum gleichen Thema liess von verschiedenen Seiten den Wunsch erkennbar werden, dass die englischen Normen in Zukunft dahingehend revidiert werden, dass die Herstellung der Probekörper auf maschinellem Wege zu erfolgen habe. Wenn man sich aber in England dazu entschliessen würde, eine maschinelle Anfertigung der Probekörper zu verlangen, so wäre ein sehr wesentlicher Schritt in Richtung einer Vereinheitlichung der Normen getan, besonders, wenn man den moralischen Kredit erwägt, den England als Mutterland der Portlandzement-Industrie besitzt. Es kann dann keinem Zweifel unterliegen, dass Canada und Jamaica dem englischen Beispiel sicher, die Vereinigten Staaten wahrscheinlich folgen werden. Australien hat bereits vor längerer Zeit die maschinelle Anfertigung der Probekörper vorgeschrieben. Bei der Wahl zwischen Hammerapparat und Klebescher Ramme sollte man dem ersteren den Vorzug geben, da die Verdichtung mittels Ramme ungleich stärker ist und den Verhältnissen in der Baupraxis weniger nahe kommt als bei Verwendung des Hammerapparates.

Den Verhältnissen in der Praxis sollte man sich aber unter allen Umständen, so weit darunter die Präzision der Prüfung nicht leidet, nach Möglichkeit nähern. Aus diesem Grunde scheint auch die Abschaffung der Zugprobe aus reinem Zement anzustreben zu sein. Zement wird nicht rein verarbeitet, und der Sinn der Normenprüfung ist doch der, dass die verarbeitende Industrie an das Erzeugnis einen Gutemassstab anlegen kann. Die Einwendungen, dass man den Zement und nicht einen Mörtel prufen solle, und dass weiter die Zugprobe aus reinem Zement die Unterscheidung von Abarten erleichtere, können in diesem Zusammenhange nicht als stichhaltig angesehen werden, da zunächst einmal eine prägnant gefasste Begriffserklärung vor Verfälschungen schützt, weiter aber die Herstellung schwindrissfreier Probekörper aus reinem Zement ihre Schwierigkeiten hat und endlich die meines Erachtens vorzuschreibende Beziehung zwischen Zug-und Druckfestigkeit, uber die oben bereits das Erforderliche gesagt wurde, einene weiteren Schutz gewährleisten soll.

Neben dieser Vereinheitlichung sind naturgemäss auch die Prüftermine einheitlich zu gestalten. Uber die Prufung nach 7 und 28 Tagen herrscht allgemeines Einverständnis. Im Interesse der verarbeitenden Industrie ist aber in Zukunft unbedingt auch die Einfuhrung eines Prüftermins nach 3 Tagen zu fordern. In diesem Punkte scheint eine Einigung unschwer erzielbar. Gegebenenfalls wäre, wie in Oesterreich bereits geschehen und in England vorgesehen, statt dessen die 28-tägige Prüfung abzuschaffen.

Bei der Frage, welche Arten von Festigkeiten ermittelt werden sollen, kann es nicht zweifelhaft sein, dass sowohl Zug-wie Druckfestigkeit wertvolle Eigenschaften eines Zements anzeigen. Ich halte, um die Verfahren nicht unnötig zu komplizieren und die Prüfung zu langwierig sowie zu kostspielig zu gestalten, persönlich die Aufnahme der Biegefestigkeit für entbehrlich. Dabei leitet mich überdies die Erwägung, dass die Biegefestigkeit keine einfache Beanspruchung darstellt, sondern dass diese eine Kombination von Druck und Zug ist. Dass man auch in England neuerdings der Druckprobe erhöhte Aufmerksamkeit

schenkt, ist sehr begrüssenswert und besonders bei der vorher erwähnten Diskussion offenbar geworden. Die Chance in diesem Sinne zu einer Vereinheitlichung zu gelangen, besteht also unzweifelhaft bei etwas gutem Willen aller an der Sache interessierten Kreise.

Dr. Haegermann verspricht sich sehr viel von der Prüfung plastischer Mörtel. Es ist sicher, dass für diese gewichtige Argumente sprechen, von denen besonders die Angleichung an die in der Baupraxis herrschenden Verhältnisse und die Entbehrlichkeit von maschinellen Apparaten zur Anfertigung der Probekörper erwähnt werden sollen. Die Festigkeiten, welche bei der Prüfung plastischer Mörtel erhalten werden, liegen allerdings unter den mit erdfeuchten Mörteln erhaltenen. Das ist und braucht kein Schaden zu sein. Vielfach ist in den letzten Jahren die Bedeutung der Druckfestigkeit etwas einseitig übersteigert worden, besonders im Hinblick auf die nicht in gleichem Masse gewachsene Zugfestigkeit. Die grösste, die Einführung der Prüfung plastischer Mörtel hindernde Schwierigkeit dürfte in der Einigung über den gemischtkörnigen Sand bestehen und darin, einen solchen in der ganzen Welt in gleichmässiger Weise und von gleicher chemischer Zusammensetzung zu beschaffen, wenn einmal eine solche Prüfung zum internationalen Beschluss geworden ist, zumal sich andere Länder kaum darauf einlassen werden, einem einzelnen Lande ein Monopol auf diesen Normensand der Zukunft zu erteilen.

Die Bedeutung der Höhe des Wasserzusatzes und der Konsistenz ist nicht nur von R. H. H. Stanger[10] sondern auch von Dr. Haegermann[11] eingehend gewürdigt worden. Hierauf wird noch in einer zweiten Abhandlung zurückzukommen sein, zumal ja im Anschluss an die in Heft 1 dieses Jahrganges angeregte Diskussion noch weitere Beiträge zur gleichen Frage folgen werden und sich Gelegenheit geben wird, zu diesen Stellung zu nehmen.

Der Verfasser dieser Zeilen hat schon 1928 Vorschläge[12] für einheitliche Normen gemacht. Es ist erfreulich, dass nunmehr, wo in der viersprachigen Ausgabe dieser Zeitschrift ein Diskussionsmittelpunkt ohne gleichen geschaffen wurde, diese Bestrebungen in Fluss zu kommen scheinen. Dass dafür Interesse in der ganzen Welt besteht, ist sicher, und es scheint auch möglich, sehr viele, heute noch divergierende Bestimmungen zu vereinheitlichen. Man sollte zu Gunsten solcher Tendenz lieber auf die eine oder die andere Bestimmung der Normen des jeweilig eigenen Landes verzichten, oder aber man sollte, sofern eine Einigung nicht erzielt werden kann, internationale Normen schaffen, die in jedem Lande neben den nationalen Vorschriften für eingeführten Zement Geltung haben. Als Zwischenstadium wäre eine solche Lösung sicher tragbar, zumal meiner Auffassung nach die Vereinheitlichung nur auf dem Wege stufenweisen Ausgleichs, nie aber von heute auf morgen, verwirklicht werden kann. Dem internationalen Verband für die Materialprüfungen in der Technik eröffnet sich hier eine äusserst dankbare Aufgabe, für deren Lösung ihm Zementfabrikanten, Zementhändler und Zementverbraucher sicher dankbar sein werden.

Literatur.

[1] „Zement" Nr. 45 (1927) S. 1067/1073, Nr. 36 (1928) S. 1335/1336; „Rock Products," Chicago vom 21.1.1928, S. 97; „Concrete," Chicago, Band 32, Nr. 2 (1928), S. 103/108; The Journal of the Society of Chemical Industry, Japan, Band 32, Nr. 8 (1929) S. 797/807.

[2] A. C. Davis: „A Hundred Years of Portland Cement, 1824/1924," S. 191 und folgende, Verlag: Concrete Publications, Ltd., 20, Dartmouth Street, London, S.W.1.

[3] „Zement," Nr. 34 (1927) S. 753/757; die gleiche Arbeit erschien auch in der amerikanischen Zeitschrift „Rock Products"—Chicago.

[4] „Zement," Nr. 49 (1929) S. 1426.

[5] „Die Prüfungsverfahren für Zement," „Cement and Cement Manufacture," Band 3, Nr. 1 (1930).

[6] „Cement and Cement Manufacture," Band 3, Nr. 1 (1930).
[7] „Cement and Cement Manufacture," Band 3, Nr 2 (1930)
[8] „The Testing of Portland Cement" „Cement and Cement Manufacture," Band 1, Nr 1 (1928) S 14/15
[9] „The Future of Cement Testing" „Cement and Cement Manufacture," Band 2 (1929), S 62/64
[10] „Cement and Cement Manufacture," Band 1, Nr 1 (1928) S 13/14
[11] „Cement and Cement Manufacture," Band 3 Nr 1 (1930)
[12] „Zement," Nr 46 (1928) S 1335/1336

Die Entropie des Portlandzements

von Dr. GEOFFREY MARTIN.

Betriebsingenieure uberschen oft die Tatsache, dass es, wenn sie mit Oefen zu tun haben, in denen Stoffe hergestellt werden, die chemische oder physikalische Veranderungen erleiden, sich nicht nur um die verbrauchte Warmemenge als Zahlfaktor handelt, sondern dass es sich in erhohtem Masse um den thermischen Druck oder die Temperatur, wie diesen die Physiker nennen, handelt, mit der die Warme auf das Material ubertragen wird. Beispielsweise sind 100 kcal von einem thermischen Druck in Hohe von 100 C wesentlich weniger gut verwertbar als 100 kcal Einheiten von z.B. 1425° C In dem einen Falle werden die 100 kcal keinen Zementklinker erzeugen, und in dem anderen Falle konnen die 100 kcal in eine aquivalente Menge Klinker umgewandelt werden

Die ubliche Warmebilanz des Drehofens ist vom technischen Standpunkt aus praktisch wertlos weil die Warmemengen in so und so vielen kcal ausgedruckt werden, ohne dass unterschieden wird, ob diese kcal. bei hohem oder niedrigem thermischen Druck bezw hoher oder niedriger Temperatur zur Verfugung stehen

Wenn z B die Flammentemperatur nur 805° C betragt, so wurde es erforderlich sein, eine unendliche Menge von Kohle zu verbrennen, um auch nur 1 g Klinker zu erzeugen, wahrend dagegen wir 100 t Zementklinker herstellen konnen mit einem Verbrauch von nur 6,36 t Normenkohle, wenn die Flammentemperatur ihr Maximum von 2966° C erreicht hat Mit einer Flammentemperatur von 1425° C. konnen wir 100 t Klinker durch die Verbrennung von 24,8 t Normenkohle erzeugen

Der Verfasser ist der Auffassung, dass die Unkenntnis dieses Faktors zum grossen Teile dafur verantwortlich ist, dass in den letzten dreissig Jahren die Konstruktion der Zementofen sich in ihren Fortschritten verzogert hat. Viele kostspielige Versuche sind angestellt worden, die, wie hätte vorausgesagt werden konnen, zum Misserfolg verurteilt waren, weil die Konstrukteure sich nicht dieser fundamentalen Regel der Thermodynamik bewusst waren.

Mathematische Physiker drucken die Tatsache, dass nicht nur die Wärmemenge sondern auch der thermische Druck bezw. die Temperatur, mit der die Warme ubertragen wird, von Bedeutung ist, durch die Einfuhrung des Begriffes der Entropie aus. Die Entropie-Aenderung einer Substanz wird durch die Warmemenge, die in das Material ubergeht, dividiert durch die absolute Temperatur, mit welcher sie ubertragen wird, gemessen Wenn ϕ

ENTROPIE-AENDERUNGEN FESTER STOFFE BEI DER HERSTELLUNG VON EINEM 453 G PORTLANDZEMENTKLINKER, BEGINNEND BEI 0°C.

Temperatur. t °C	T K	Entropie φ „Ranks."	Bemerkungen.	Gesamte Entropie-Aenderung in den einzelnen Stadien	Gesamte Entropie Aenderung in den einzelnen Ofenzonen.
0	273	0,00	—	+ 0,128	Trocknungszone 0,124
100	373	0,124	—		
100	373	0,124 beim Beginn von 100°C.	Aus Kieselsaure-hydrat vertriebenes Wasser	+ 0,006	—
		0,130 „ Ende „ 100°C.			
100	373				Vorwarmezone 0,447
155	428,5	0,189			
211	484,1	0,238			
267	539,6	0,282			
322	595,2	0,322			
378	650,7	0,358			
433	706,3	0,391			
488	761,8	0,422			
544	817,4	0,450			
600	873	0,477 beim Beginn von 599°C.	Vertreibung von Wasser aus Kaolin	+ 0,009	
		0,486 „ Ende „ 599 C.			
655	928,5	0,510			
711	984,1	0,534			
766	1039,6	0,556			
805	1078	0,591			
805	1078	0,591 beim Beginn von 805°C.	Vertreibung von CO_2 aus Rohlensaurem Kalk	+ 0,418	Entkarbonisierungszone 0,418
		0,989 „ Ende „ 805°C.			
805	1078	0,989		—	Sinterzone 0,0582
860	1133,5	1,0033		—	
916	1189,1	1,0168		—	
971	1244,6	1,0297		—	
1027	1300,2	1,0420		—	
1082	1355,7	1,0539		—	
1138	1411,3	1,0651		—	
1193	1466,8	1,0761		—	
1249	1522,4	1,0864		—	
1305	1578	1,0967		—	
1360	1633,5	1.1063		—	
1370	1643	1,1080		—	
1370	1643	1,1080 beim Beginn von 1370°C.	Warmeabgabe infolge exothermer Reaktion bei der Klinkerbildung.	− 0,0608	
		1,0472 beim Ende von 1370°C.			

die Entropie-Aenderung, Q die Wärmemenge und T die absolute Temperatur bedeuten, dann ist, mathematisch ausgedrückt

$$\phi = \int \frac{dQ}{T}.$$

Die Entropieeinheit wird als „ Ranks " nach dem Ingenieur Rankine, der den Begriff der Entropie in seiner Anwendung auf Dampfmaschinen und Dampfkessel sehr entwickelt hat, bezeichnet.

Der Begriff der Entropie ist von ausschlaggebender Bedeutung für den Dampfkesselingenieur. Mit seiner Hilfe werden Probleme des Dampfingenieurwesens leicht und schnell gelöst, die sonst sehr schwierig, wenn nicht unmöglich, auf andere Weise zu lösen wären.

Die grundlegenden Fortschritte in neuerer Zeit beim Bau von Dampfkesseln und Dampfmaschinen sind aus dem Begriff der Entropie und der verfügbaren Energie hervorgegangen. Die von Prof. Callendar und anderen in den letzten Jahren veröffentlichten Entropie-Tabellen haben die notwendigen Zahlenwerte allen Dampfkesselingenieuren zugänglich gemacht. Für den richtigen Entwurf eines Zementofens ist eine Kenntnis der Grösse der Entropie-Aenderungen, wie sie sich in den verschiedenen Stadien der Zementklinkerbildung bemerkbar machen, nicht minder wichtig.

Thermodynamische Berechnungen der Zementbildung lassen erkennen, dass bei richtigem thermodynamischen Entwurf ein idealer Ofen 100 t Zementklinker durch die Verbrennung von 6,36 t Normenkohle, 7000 kcal erzeugen kann, und dass bei Anpassung der Ofenprojekte an die Entropie-Aenderungen des Rohmaterials in den verschiedenen Teilen des Ofens die Oefen mit viel grösserem Wirkungsgrad als irgend einer der jetzt existierenden konstruiert werden könnten. Praktische Ofenkonstrukteure, welche mit der thermodynamischen Theorie vertraut sind, werden die folgende Tabelle, in welcher ich die Entropie-Aenderungen fester Stoffe bei der Herstellung von 453 g. Portlandzementklinker, beginnend bei 0° C., berechnet habe, willkommen heissen. So weit mir bekannt ist, ist dieses das erste Mal, dass solche Tabellen fur die Zementindustrie berechnet werden. Unzweifelhaft wird es in Zukunft möglich sein, noch genauere Tabellen aufzustellen, wenn die thermischen Werte in ihrer Beziehung zur Zementbildung präziser bestimmt sein werden.

Die Deutsche Zementindustrie im Jahre 1929.

Anlasslich der Werkbesitzerversammlung des Deutschen Zement Bundes machte der Vorsitzende des Bundes Dr. H. P. Riepert am 27. Februar 1930 in Berlin folgende Angaben uber das verflossene Wirtschaftsjahr.

Während die deutsche Zementindustrie 1928 einen, die Aussenseiterwerke einschliessenden Gesamtabsatz von 8,5 Millionen t aufwies, brachte das Jahr 1929 infolge des überaus strengen Winters zunächst einen fast völligen Stillstand des Absatzes, dem im April eine bisher nicht erlebte Uebersteigerung der Abrufe folgte. War das Jahr 1928 durch gleichmässiges Ansteigen und allmähliches Abschwellen des Absatzes charakterisiert, so kennzeichnete sich 1929 durch Extreme nach beiden Seiten.

Obwohl der Absatz der kartellmässig gebundenen Werke 1929 um 500000 t oder 7% hinter dem Vorjahre zurückblieb, wurde trotzdem ein Gesamtversand von 8,44 Millionen t erzielt, was sich durch den Mehrabsatz der Naturzement- und Portlandzementaussenseiter-Fabriken erklärt. Der Inlandsverbrauch erreichte 7,37 Millionen t.

Auch der Aussenhandel in Zement zeigte eine gegen 1928 ungünstige Entwicklung, wie aus der folgenden Uebersicht hervorgeht:

	1928	1929
Einfuhr nach Deutschland	144000 t	154000 t
Ausfuhr aus Deutschland	1,09 Millionen t	1,07 Millionen t

Trotz der auch 1929 gestiegenen Produktionskosten—Kohle und Löhne—war es möglich, die Verbandspreise unverändert durchzuhalten, obwohl in dem Kampfe um den Absatz mit dem Ausland, Aussenseitern und Naturzementen in den besonders umstrittenen Gebieten Nachlässe gewahrt werden mussten.

Die derzeitige wirtschaftliche Lage ist als ungunstig zu bezeichnen, da trotz des diesjährigen milden Winters mehr als 2½ Millionen Arbeitslose vorhanden sind, und da die Auftrage von Staat, Land und Gemeinde 1930 hinter denen der Vorjahre zuruckbleiben werden.

Die deutsche Zementindustrie wird sich an der Begründung des geplanten internationalen Zementburos im Haag beteiligen. Hierbei handelt es sich nicht um eine geschaftliche Organisation sondern um eine Geschäftsstelle, die statistische Angaben und den allgemeinen Interessen dienende Anregungen sammelt und Gelegenheit zu gegenseitiger direkter Fuhlungnahme nach Bedarf bietet.

Auf der oben erwahnten Versammlung wurden im ubrigen nur Fragen allgemein wirtschaftlicher Bedeutung behandelt, die indessen kein allgemeines Interesse beanspruchen konnen, da sie auf die spezifisch deutschen Verhaltnisse des Wohnungsbaus und seiner Forderung eingestellt waren.

Transportvorrichtungen und Elevatoren in Zementfabriken.

von A. C. DAVIS, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(BETRIEBSDIREKTOR DER ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

DIE vielen mit der Herstellung von Portlandzement verknüpften Arbeitsverfahren bedingen eine erhebliche Menge von Hebe-, Förder-und Transportprozessen. Die Zufuhr des Rohmaterials aus den Steinbrüchen wird gewohnlich mittels Bahnbetrieb oder Seilbahn bewirkt, doch muss das Rohmaterial von dem ersten Lager den Mühlen, von den Muhlen den Silos oder Mischern und dann den Oefen zugeluhrt werden; der Klinker muss von dem Ofen nach dem Lager und von dem Lager nach den Muhlen gefördert werden; der fertige Zement muss von den Mühlen nach dem Lagerhaus, den Silos oder ihren Aequivalenten und so weiter transportiert werden. In vielen Stadien des Arbeitsverfahrens ist es auch erforderlich, Material hoch zu heben.

Bei weichen Rohstoffen, die nach dem Nassverfahren gemischt werden, werden Kreide und Ton gewöhnlich direkt den Vorwasch-Mühlen zugeführt; bei trocknen Rohstoffen hingegen besitzen die Transporteure vom Lager zumeist den Typ der Band-oder Riemenförderung (Abb. 1, Seite 681), welcher die Form von Rinnen hat, falls es notwendig ist, ihre Leistung zu erhöhen, oder die offen sind; der Natur des Materials entsprechend besteht keine Notwendigkeit, diese geschlossen zu bauen. Transporteure werden gelegentlich, wenn die Höhe nicht gross ist, geneigt montiert, um sowohl als Transporteur wie als Elevator

arbeiten zu können. Die grösste Steigung für Zwecke dieser Art dürfte 30° betragen, doch sollte man, wenn möglich, zu grosse Steigungen vermeiden. Die gewöhnliche geradlinige Geschwindigkeit sollte etwa 60 m in der Minute bei geneigten und bis zu 105-120 m in der Minute bei horizontalen Riemenförderern betragen.

Die Beschickung von Riementransporteuren wird gewöhnlich durch eine automatisch arbeitende Vorrichtung (Abb. 2, Seite 682) mit der Absicht, eine Lage von gleichmässiger Stärke zu erzielen, bewirkt und die Riemen sind auf eine Strecke von 1,8 bis 3,0 m mit einer Leiste am Zuführende eingefasst, um Materialverluste zu vermeiden. Schwer beladene Riemenförderer lagern in etwa 1 m Abstand auf Rollen; diese Abstände können vergrössert werden, wenn die Bänder weniger schwer beladen sind. Das Abgeben wird gewöhnlich, wenn auch nicht unbedingt nötig, am Ende des Riementransporteurs bewirkt, indem dieses Abwerfen auf eine Schutte in einen Trichterbehälter oder anders erforderlicherweise erfolgt. Dazwischen liegende Abwurfstellen werden vorgesehen, wenn das Material nach der einen oder der anderen Seite des Förderers an einer Zwischenstelle abgeworfen werden soll. Diese Abwurfvorrichtung ist beweglich und auf Schienenrädern montiert, die ihrerseits auf dem gleichen Rahmen lagern wie die Förderrollen (Abb. 3, Seite 682).

Der Antrieb wird durch einen Elektromotor mit Reduktionsgetriebe bewirkt oder durch einen Riemen mit Stirnradgetriebe. Der Antrieb wird gewöhnlich mit dem tragenden Rahmen verbunden, wobei vorgesehen wird, die Länge des Riementransporteurs am anderen Ende verstellen zu können. Sind die Temperaturschwankungen des geförderten Materials klein, so ist es lediglich nötig, eine Schraubenverstellung vorzusehen. Ist indessen die Temperaturschwankung erheblich, so müssen automatisch arbeitende Adjustiervorrichtungen, zumeist mit Hilfe eines schweren Gegengewichts, getroffen werden.

Abb. 4 (Seite 681) zeigt einen Riemenförderer der Rohmaterial transportiert: (*a*) das Aufgabeende mit Trichter und Leisteneinfassung; (*b*) das Abwurfende; (*c*) eine dazwischenliegende Abwurfstelle; (*d*) einen Querschnitt durch AA, der die Vertiefung des Förderers zeigt.

Elevatoren sind gewöhnlich vom Bechertyp und arbeiten in völlig gekapseltem Gehäuse. Ist das Material angreifend, so ist es üblicher, Treibriemen als geschmeidige Hilfsmittel zu verwenden, während hingegen Kettenglieder bei weniger angreifendem Material benutzt werden. Die Riemen sind entweder gewebte oder aus Segeltuch hergestellte mit so vielen Windungen, wie für Zweck, Belastung und Stärke notwendig ist. Greift das Material sehr stark an, so sollte das Segeltuch auf beiden Oberflächen mit einer Gummilage bedeckt werden. Die Becher können sich in einem Abstand von 30 bis 90 cm befinden; dort, wo die Arbeitsleistung verhältnismässig niedrig ist, sollte der grössere Abstand und dort, wo sie gross ist, der kleinere Abstand gewählt werden. Bei sehr grosser Leistung kann es sich als notwendig herausstellen, die Becher so nahe wie möglich, ohne dass die Entleerung gestört wird, zu plazieren.

Kettenelevatoren werden für die schwersten Belastungen bis zu 200 t in der Stunde gewählt. Unter diesen Umständen muss das Fassungsvermögen der Becher gross sein; die Becher sollten nahe aneinander angeordnet werden, um kontinuierliche Entleerung zu erzielen und die Kette muss angemessen stark konstruiert sein.

Wo Riemenförderung verwendet wird, kann die Geschwindigkeit bis zu 120-135 m in der Minute betragen, wobei die effektiv genaue Geschwindigkeit von dem Durchmesser der Hauptriemenscheibe abhängig ist. Bei Ketten müssen die Geschwindigkeiten beträchtlich unter diesem Werte liegen. Es ist

leichter aus dem zentrifugal wirkenden Entleerungseffekt bei Riemenförderung als bei Kettenbetrieb Nutzen zu ziehen.

Die Schnauze spielt am Elevatorkopf eine sehr wichtige Rolle zur Regulierung der Entleerung jeder Art von Becherwerken. Die Kante der Becherschnauze sollte sich zum Becher, wenn dieser anfängt, sich wieder nach unten zu bewegen, in einer derartigen Lage befinden, dass möglichst wenig in den Becher zurückläuft.

Abb. 5 (Seite 685) zeigt zwei Ansichten eines Becherwerks: (*a*) das Material, wie es in den Becher gelangt und durch den Becher ausgebaggert wird; (*b*) den oberen Teil mit Entleerung und Schnauzenplatten. Wenn man mit Fertig-oder Halbfertigmaterialien zu tun hat, so können die gleichen Grundsätze Verwendung finden, doch kann die Arbeit auch auf eine andere Art ausgeführt werden. Becher- (Abb. 6, Seite 686) und Schütteltransporteure (Abb. 7, Seite 686) werden häufig für Klinker verwendet. Im Stadium des Rohmaterials ist die Menge an Kornfeinem sehr klein, und im allgemeinen ist es nicht immer notwendig, die Elevatoren oder Transporteure zu kapseln. Weiterhin ist es nicht möglich, Schneckentransporteure für diesen Zweck wegen des schnellen Verschleisses zu verwenden. In den Endstadien der Fabrikation werden Schneckentransporteure wegen der Bequemlichkeit, mit denen diese völlig gekapselt werden können, und wegen ihrer staubfreien Arbeitsweise benutzt.

Schneckenförderer werden in Durchmessergrössen von 15 bis 60 cm oder selbst bis zu 75 cm, wenn die zu transportierende Menge gross genug, ist, dieses zu rechtfertigen, hergestellt. Gewöhnlich wird die Welle aus schwerem, nahtlos gezogenem Stahlrohr angefertigt, und die Flügel werden an dieses Rohr geschweisst oder durch eine besondere Form von Palmenbolzen befestigt. Die normale Länge jeder Schnecke beträgt 3 oder 3,5 m. Die darauffolgenden Längen sind durch einen Lagerzapfen miteinander verbunden, der seinerseits durch sein Lager mit dem Gehäuse verbunden ist, in dem die Schnecke sich dreht. Diese Kapselung kann entweder aus Stahlblech oder Gusseisen sein; wenn sich jedoch die Schnecke in oder unter dem Fussboden befindet, so kann das Gehäuse aus Beton hergestellt sein, der an Ort und Stelle gemacht wird. Die Lager können dann in gleicher Weise vorgesehen werden.

Abb. 8 (Seite 687) zeigt einen typischen Schneckentransporteur: (*a*) Längsschnitt; (*b*) Querschnitt mit Gehäuse aus schweissbarem Stahl; (*c*) einen gleichen Schnitt durch ein Betongehäuse.

Die gewöhnlichen Geschwindigkeiten der Schnecken schwanken von 100 Umdrehungen in der Minute für die klein dimensionierten bis zu 50 Touren in der Minute für die von 38 cm Durchmesser und bis 30 Touren in der Minute für die von 60 cm Durchmesser. Die Schnecke von 15 cm Durchmesser dürfte bei richtiger Geschwindigkeit ohne Schwierigkeiten 5 t stündlich, die von 60 cm Durchmesser bis zu 100 t in der Stunde fördern. Wegen der ständig aufwirbelnden Wirkung der Schnecke ist es notwendig, diese völlig zu kapseln, gleich mit welcher Art von Gehäuse. Ein Gehäuse aus schweissbarem Stahl hat gewöhnlich einen Mantel aus Stahlplatten, der an die Winkelecken der Rinne angebolzt ist. Bei Beton ist es üblich die Schnecke mit schachbrettartigen Fussbodenplatten, die 50 oder 60 kg/qm wiegen, zu bedecken. Dieses Gewicht ist ausreichend, um die Platten in ihrer Position zu erhalten.

Es ist wünschenswert, die umgebende Luft staubfrei zu erhalten, und um dieses zu erreichen kann man das Schneckengehäuse, sei es aus Stahl oder aus Beton, unter den leichten negativen Druck eines Exhaustors setzen. Dieser

Ventilator zieht von dem Gehäuse die erforderliche Menge an Luft, welche notwendig ist, um im Inneren einen leichten Zug zu erhalten. Manches Mal nimmt das Gehäuse die Form einer umgekehrten Rinne an, wodurch eine Haube gebildet und der Luftraum vergrössert wird.

Bandförderer werden selten für fertigen Zement wegen der staubigen Luft, die bei der Entleerung erzeugt wird, verwendet. Dort wo diese Art von Transporteuren fur diesen Zweck benutzt wird, ist es erforderlich, sowohl das Aufgabeende wie das Abwurfende vollig zu kapseln, um die Störungen durch Staub zu reduzieren.

Elevatoren, besonders die von grosseren Dimensionen sind unbequem, wenn es sich um stark mehlartiges Material handelt. Wenn irgend möglich, sollten sie den Typ der kontinuierlichen Becher (Abb. 3a Seite 688) haben, die mit langsamer Geschwindigkeit arbeiten, und die Leistung sollte mehr durch die Grösse der Becher als durch die Geschwindigkeit erzielt werden. Kettentriebe sind im allgemeinen für diesen Zweck in Gebrauch, und die Abnutzung hat sich als nicht unnormal erwiesen. Geschweisste Eisenglieder mit Manganstahlhulsen und-Nieten sind die meist verwendeten Materialien, und die Ausfuhrung der Teile aus diesen Materialien hat sich als befriedigend erwiesen.

Seitdem Silos allgemein fur die Lagerung des fertigen Zements verwendet werden, hat sich eine neue Schwierigkeit ergeben, namlich die ausserordentliche Hohe, auf die gehoben werden muss. Silos sind oft bis zu 30 m hoch, und trotzdem es moglich ist, einen Elevator fur eine Hubhöhe von 30 m zu konstruieren, durfte es sich wahrscheinlich als befriedigender herausstellen, die Gesamthöhe in zwei Hube unterzuteilen. Die Entleerung des unteren Elevators durfte dann so vorgesehen werden, dass diese in die Becher des oberen Elevators erfolgt.

Zum Zwecke des Hebens auf Silohöhe stehen jetzt zwei pneumatische Methoden des Transports von mehlartigem Material zur Verfugung: (1) die Fuller-Kinyon Pumpe, bei der der Luftdruck grösser ist als der der Atmosphäre und (2) das F.L.S.-Transportsystem, bei dem der Luftdruck niedriger als der der Atmosphäre ist. Rohre aus schweissbarem Stahl werden für beide verwendet, und der Zement wird durch diese Rohre, nachdem er mit der richtigen Menge an Luft gemischt ist, gefordert. Die Menge erforderlicher Luft dürfte per Tonne Zement 8,5 bis 22,5 cbm betragen; die Menge dürfte von den speziellen Betriebsbedingungen abhängen. Die Fuller-Kinyon Pumpe ist aus einer kräftigen Schnecke, die in einem vollig gekapselten Gehäuse mit grosser Geschwindigkeit rotiert, hergestellt. Der Zement wird dem Gehäuse an dem Einlassende der Schnecke zugeführt und in die Rohrleitung nach dem anderen Ende weitergeleitet. Bei der Abgabe wird er innig mit Pressluft mittels einer mit vielen Löchern versehenen Flansche gemischt. Da die Luftrichtung mit der Fliessrichtung des Zements übereinstimmt fliesst die Zement-Luftmischung mit grosser Geschwindigkeit (18 bis 24 m in der Sekunde) durch die Rohrleitung und wird am anderen Ende abgegeben. Es entstehen keine Schwierigkeiten irgend einer Art beim Transport durch eine vertikale Rohrleitung. Es können indessen Schwierigkeiten beim Transport auf geneigter oder ebener Strecke wegen der Neigung zum Abtrieb, wenn die Luftgeschwindigkeit oder die Luftmenge zu klein sind, entstehen. Eine Geschwindigkeit von 18 m in der Sekunde ist möglicherweise die Grenze für auftretende Störungen und sollte nur für kurze Rohrleitungen Verwendung finden. Eine Geschwindigkeit von 24 m in der Sekunde erscheint für die meisten Fälle sicher, doch sollte bei sehr langen Leitungen Menge und Geschwindigkeit der Luft gesteigert werden. Dieses Transportverfahren ist bereits im Gebrauch für Rohrleitungen bis zu 915 m Länge. Das System

dürfte besonders vorteilhaft für Transportleitungen sein, die nicht gerade sind, und aus diesem Grunde kann es oft dann Anwendung finden, wenn normale Förder-und Hubsysteme unmöglich sind.

Abb. 11 (Seite 690) zeigt eine dieser Pumpen und Abb. 10 (Seite 689) stellt einen Schnitt dar: (*a*) Gehäuse; (*b*) Zufuhröffnung; (*c*) Schnecke; (*d*) Antriebsmotor; (*e*) Kupplung; (*f*) Luftring; (*g*) Entleerungsöffnung; (*h*) Beginn der Rohrleitung.

Der Kraftverbrauch und die Kosten dieses Verfahrens sind natürlich bei kurzen Transportstrecken hoch; wo jedoch die Länge der Strecke beträchtlich ist, und die Schwierigkeiten abnorme, hat es sich in vielen Fällen als rationell und erfolgreich erwiesen. Pressluft ist angenehm für viele Zwecke und zwar besonders für den Gebrauch über den eben berichtet wurde, doch ist sie wegen der geringen Nutzleistung des Kompressors teuer herzustellen.

Das F.L.S.-System arbeitet auf andere Weise. Es ist üblich, 2 Behälter von je 2 oder 3 tons Fassungsvermögen zu haben, deren Grösse von der Leistungs-Fähigkeit des Werks abhängt. Jeder Behälter ist durch eine Reihe von Ventilen und Rohren mit dem Tank oder dem zu entleerenden Aequivalent, mit dem Silo oder dem zu füllenden Lager, mit einem Exhaustor, mit einem Kompressor und einer Rohrleitung verbunden. Die Behälter werden abwechselnd vom Silo oder Tank durch die Exhaustoren gefüllt. Sie werden ebenso mittels des Kompressors durch Förderung zum Lager oder Silo geleert. Dadurch dass zwei Behälter zur Verfügung stehen, kann der Prozess praktisch kontinuierlich vor sich gehen, da während der eine Behälter durch den Exhaustor gefüllt, der andere durch den Kompressor entleert wird. Es ist nötig sorgfältig darauf zu achten, dass an dem einen oder anderen der vielen Ventile und Rohre keine Undichtigkeit eintritt.

Dieses Transport-System befindet sich mehr oder weniger noch in den Kinderschuhen, doch hat es sich bereits als möglich erwiesen, bis zu 30 oder 40 t in der Stunde auf diese Weise zu transportieren. Einige Anlagen dieser Art werden z.Zt. in England errichtet.

Bei dem System der Fuller-Kinyon Pumpe wird der Zement durch äussere Hilfsmittel transportiert, und die Schneckenpumpe bewirkt, in Verbindung mit der Pressluft, den Transport. Bei dem F.L.S.-System wird der Zement in den Behälter durch den Exhaustor angesaugt und die Entleerung, erfolgt durch den Kompressor. Es ist unmöglich, allgemeine Werte hinsichtlich des Kraftbedarfs für das letztere System zu erhalten. Bei dem Pumpensystem dürfte die notwendige Kraft etwa zwischen 3 und 5 PS per t bei einer Hubhöhe von 30 m und einer Rohrleitung von 150 oder 180 m Länge liegen.

INSERATE.

ALLE, Anzeigen in der internationalen Zeitschrift „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" betreffenden Anfragen müssen an Concrete Publications, Ltd., London, S.W.1, Dartmouth Street 20, (England), gerichtet werden.

Der Anzeigentext muss diese Adresse spätestens bis zum 25. des Monats, der der Veröffentlichung vorangeht, erreichen. Wenn die Herausgeber bis zu diesem Termin keinen neuen Text erhalten, behalten sie sich das Recht vor, den letzten Text erneut zu veröffentlichen.

Wenn Inserate in mehr als einer Sprache gedruckt werden sollen, so sollten die Uebersetzungen vom Inserenten geliefert werden. Auf Wunsch werden die Herausgeber diese Uebersetzung, allerdings ohne für ihre Genauigkeit zu haften, vornehmen.

Die neueste Entwicklung der japanischen Portlandzementindustrie.

In einer längeren Abhandlung beschäftigt sich M. Fujii mit der gegenwärtigen Lage der japanischen Zementindustrie, uber welche in dieser Zeitschritt bereits mehrmals berichtet worden ist.* Die fur die Leser noch nicht bekannten Tatsachen betreffen einmal die durch die Normen charakterisierte Güte des japanischen Zements, zum andern die wirtschaftliche Entwicklung und organisatorische Struktur der Industrie.

Die ersten japanischen Normen wurden 1905 mit Erlass des Ministeriums fur Landwirtschaft und Handel fur verbindlich erklart. Inzwischen sind diese dreimal revidiert worden (1909, 1919, 1927). Tabelle I gibt einen Ueberlick uber die Entwicklung der Normenvorschriften.

Die bis 1919 vorgeschriebenen, sehr niedrigen Festigkeiten sind durch den bis dahin verwendeten zweikornigen Tokio-Normensand bedingt gewesen. Dieser wurde durch Zerquetschen und Absieben von reinem Quarzit zwischen drei Sieben von 64, 144 und 225 Machen pro qcm erhalten. Nach Einfuhrung des neuen Soma-Normensands, einkorniger Quarzsand zwischen dem 64 und 144—Maschensieb—, wurde eine erheblich hohere Festigkeit erreicht, der in den Normen vom April 1927 bereits dar erste Mal Rechnung getragen worden ist. Die folgende Uebersicht gibt einen ungefahren Begriff der Art des jetzigen japanischen Normensandes und der mit ihm erzielbaren Festigkeiten im Vergleich zum deutschen und amerikanischen Normensand.

	Zug	Druck.
Japanischer Normensand	100	100
Deutscher Normensand	97.2	96
Amerikanischer Normensand	103.8	107.2

So lange es wie jetzt in Japan keine offentliche Prufungsanstalt fur Zement gibt, ist man zwecks Beurteilung der tatsachlichen Gute der japanischen Zemente auf die Untersuchungen der Mitglieder des technischen Vereins japanischer Portlandzement-Fabrikanten angewiesen. Tabelle II vermittelt einen ungefahren Begriff der Gutesteigerung seit 1924.

Als besonders charakteristisch sei auf den relativ hohen Gehalt an Kieselsaure, den niedrigen Gehalt an Tonerde und die jetzigen hohen Festigkeiten verwiesen.

Die Tatsache, dass die japanischen Zemente uber das Doppelte der Normenfestigkeiten erreichen, hat den genannten Verein veranlasst, schon im Oktober 1928 eine erneute Revision der Normen zu beantragen und zwar sind folgende Aenderungen vorgesehen:—

(1) Mahlfeinheit: 12% Ruckstand auf dem 4900—Maschensieb.

(2) Festigkeit: nach	Zugfestigkeit 1 : 3	Druckfestigkeit 1 : 3
1 + 2 Tagen	15 kg/qcm	150 kg/qcm
1 + 6 ,,	20 ,,	220 ,,
1 + 27 ,,	25 ,,	300 ,,

Was die Organisation und wirtschaftliche Entwicklung der japanischen Portlandzementindustrie anbetrifft, so ist diese durch drei Vereinigungen und

* Cement and Cement Manufacture, Vol. II, Nr. 7 (1929) S. 204/205; Vol. III, Nr. 2 (1930) S. 368/372.

TABELLE I

Daten	Spez Gewicht	Mahlfeinheit Siebe qcm.	Ruck stand %	Abbinden. Raum tempera- tur °C.	Beginn	Ende.	Raumbestandigkeit.
Feb. 1905 -	—	900	10	—	1 h	10 h	Kuchen—, Koch u. Darrprobe.
Dez. 1909 -	—	900	5	—	1 h	10 h	Kuchen u. Kochprobe.
Juni 1919 -	3 05	900	3	—	1 h	10 h	Kuchen u. Kochprobe.
April 1927 -	3 05	4900	17	15—25	1 h	10 h	Kuchen u Kochprobe.

Daten	Zugfestigkeit kg/qcm Reiner Zement	1 3		Druckfestigkeit kg/qcm 1 3		Normensand	Glühverlust %	Analyse MgO %	SO. %
	1 + 6	1 + 6	1 + 27	1 + 27 Tage					
Febr 1905 -	25	7	15	120		Tokio	—	3	2 0; 1.5 für Seebauten
Dez 1909 -	25	8	16	120		,,		3	,,
Juni 1919 -	30	10	18	140		,,	5	5	2 5; 1 5 für Seebauten
April 1927 -	40	14	21	210		Soma	4	3	2.0

deren verschiedene Aufgaben bedingt. Es handelt sich um:—(1) den technischen Verein japanischer Portlandzement-Fabrikanten; (2) die japanische Portlandzement-Association; (3) den japanischen Zement-Verband. Der technische Verein ist eine wissenschaftliche Organisation, der sich fast alle Fabriken angeschlossen haben, und die seit 1909 besteht. Der Verein hat drei Unterkommissionen gebildet (Normenkommission, Normensandkommission, Betonkommission), die in den Generalversammlungen Berichte nebst Mitteilungen von Mitgliedern veroffentlichen. Die wichtigsten Aufgaben des Vereins waren die Schaffung eines einheitlichen Prüfverfahrens und die des jetzigen Normensandes.

Die, 1910 ins Leben gerufene, japanische Portlandzement-Association, die 1928 ihre 38. Generalversammlung in Osaka abhielt, befasst sich vornehmlich mit der Propaganda zur Verwendung von Zement.

Auch dem japanischen Zementverband sind nahezu alle Fabriken angeschlossen. Dieser ist eine rein wirtschaftliche Organisation, welche alle drei Monate die Produktionskontingente festsetzt. Durch diese kartellmässige

TABELLE II.

Prüftermin.	Febr.—Juni 1924.	Januar 1928.
Zahl der Zemente	31	28
Mahlfeinheit (4900)	10.04 %	3.7 %
Spez. Gewicht:		
lufttrocken	3.121	3.144
gegluht	3.160	3.181
Abbindezeit:		
Wasserzusatz %	25.1	25.9
Beginn	3 h 49 min	2 h 53 min
Ende	7 h 09 min	4 h 34 min
Raumtemperatur °C	16.6	20.0
Zugfestigkeit kg/qcm:		
reiner Zement 1 + 6 Tage .. .	64.9	76.4
Sandmortel 1 : 3 1 + 2 Tage . ..	—	28.7
Sandmortel 1 : 3 1 + 6 Tage . ..	24.7	33.1
Sandmortel 1 : 3 1 + 27 Tage	30.9	38.8
Druckfestigkeit kg/qcm:		
Sandmortel 1 : 3 1 + 2 Tage . ..	—	322.0
Sandmortel 1 : 3 1 + 6 Tage	256.0	444.7
Sandmortel 1 : 3 1 + 27 Tage	355.0	562.8
Sandmortel 1 : 3 1 + 6 + 27 Tage	—	636.4
Wassertemperatur C	—	18.2
Normalsand	Soma	Soma
Chemische Analyse:		
Gluhverlust	1.42 %	1.09 %
Unl slicher Ruckstand .. .	0.53 %	0.36 %
Kieselsaure	22.30 %	22.09 %
Tonerde	6.77 %	5 66 %
Eisenoxyd	3.32 %	3.16 %
Kalk	63.00 %	64.79 %
Magnesia	1.25 %	1.26 %
Schwefelsäureanhydrid	1.27 %	1.23 %
Moduli:		
SiO_2/Al_2O_3	3.29	3.90
SiO_2/R_2O_3	2.21	2.50
Al_2O_3/Fe_2O_3	2.04	1.79
Hydraulischer Modul	1.92	2.07

Organisation, deren Handhabung in Zukunft noch straffer werden dürfte, ist es gelungen, eine Preisstabilisierung zu erreichen und damit das Geschäftsergebnis der Gesellschaften erheblich zu verbessern.

Die Haupabsatzgebiete in Japan liegen an der Ostküste des Landes. Die klimatischen Verhältnisse sind so günstig, dass Saisonschwankungen sich bei weitem nicht in dem Masse wie in Europa und Nordamerika auswirken. Tabelle III lässt erkennen, dass diese Schwankungen in Japan zwischen 6,5 und 9,5%, in Deutschland zwischen 3,0 und 12,0%, in Nordamerika zwischen 4,0 und 11,5% liegen.

TABELLE III

	Japan	Deutschland	Nordamerika (Durchschnitt der letzten sechs Jahre).
Januar	6,5%	3,0%	4,0%
Februar	6,5%	5,0%	4,2%
März	8,0%	8,0%	6,4%
April	9,0%	8,0%	8,6%
Mai	9,0%	10,0%	10,3%
Juni	8,5%	10,0%	10,8%
Juli	8,5%	12,0%	11,1%
August	8,5%	12,0%	11,5%
September	8,5%	12,0%	11,0%
Oktober	9,5%	12,0%	10,6%
November	9,5%	5,0%	7,2%
Dezember	8,0%	3,0%	4,5%

Die Kontingentierungsquoten gehen aus Tabelle IV hervor —

TABELLE IV

	Einschränkungshochst – quote in %	Durchschnitts-- quote in %
Juni-August 1928	32	27 6
September-Oktober	26	22 8
November	30	26.4
Dezember-Februar 1929	35	29 8
März	33	30 0
April-Mai	26	23 7

Da die exportierten Zementmengen indessen von dem Inlandskontingent abgezogen werden, ergibt sich ein effektiv sehr hoher Beschaftigungsgrad, das heisst die Ausnutzung der Kapazitat der Werke ist eine sehr vollkommene Der Kapazitatskoeffizient betrug daher in den letzten Jahren .—

	Zahl der Werke	Kapazitatsfaktor (Mittlerer Wert)
1925	26	83 1%
1926	30	92.0%
1927	30	92 5%
1928	30	93.5%

Eine verlassliche Statistik uber die Verteilung des Zementverbrauches auf die verschiedenen Anwendungsgebiete fehlt bisher; doch lasst sich nach den vorliegenden Erhebungen etwa folgende Verteilung annehmen.

Eisenbahnen	13.9%
Wasserkraftanlagen	10.3%
Hafenarbeiten	3.0%
Landstrassen, Bruckenbauten	6.2%
Verschiedene offentliche Bauten	9 3%
Oeffentliche Gebaude und Hausbau	23.6%
Berbau	1.0%
Zementwaren	2.2%
Privatverbrauch	29.7%
	0 8%

Trotzdem Japan an vierter Stelle der Zement erzeugenden Länder steht, ist bisher der Verbrauch pro Kopf der Bevölkerung noch verhältnismässig niedrig im Vergleich zu anderen Ländern, wie sich aus der folgenden Uebersicht ergibt —

Verbrauch an Zement pro Kopf der Bevölkerung im Jahr.

	kg		kg
Belgien	326	Italien	98
Nordamerika	250	England	77
Dänemark	163	Frankreich	70
Norwegen	130	Japan	50
Deutschland	115		

Dieser bisher geringe Verbrauch ist die beste Gewähr dafür, dass die japanische Zementindustrie auch in der Zukunft eine günstige Entwicklung nehmen wird

Die Polnische Zementindustrie.

Von ANTONI EIGER

Die polnische Zementindustrie hat sich seit dem Jahre 1910 beträchtlich entwickelt. Nach dem Weltkriege bestanden in Polen 16 Zementfabriken, von denen die meisten sich in der Südwest-Ecke der Republik auf dem Jura-Kreiderücken von Krakau-Wielun in der Nachbarschaft von Dąbrowa, Krakau und des oberschlesischen Kohlenbeckens, wie Abbildung 1 (siehe Seite 695) zeigt, befinden. Die in dem östlichen Polen belegenen Zementfabriken von Ros, Firlej und Zdołbunów waren während des Krieges teilweise oder ganz zerstört, worauf sie allmählich wieder errichtet wurden und den Betrieb 1923, 1926 bezw. 1928 wieder aufnahmen.

Die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Fabriken ist eine sehr schnelle gewesen. Wegen des russisch-polnischen Krieges und der finanziellen Schwierigkeiten des jungen Staatswesens ging die Entwicklung in den Jahren 1918-1924 langsam vor sich. Die Verkäufe sind von weniger als 200,000 t im Jahre 1920 auf 1,000,000 t im Jahre 1928 gewachsen. Die Kapazität hat sich von etwa 750,000 t im Jahre 1919 auf 1,000,000 t im Jahre 1926, auf 1,250,000 t im Jahre 1927 und auf 2,000,000 t im Jahre 1928 vermehrt.

Die Kurve der Leistungsfähigkeit verläuft parallel zu der der Nachfrage. Das Jahr 1929 weist eine grosse Steigerung auf, weil die Fabrikanten, durch den guten Absatz im Jahre 1928 ermutigt, erhebliche Vergrösserungen ihrer Werke vornahmen und auch die Errichtung einer neuen Fabrik von 150,000 t Kapazität im letzten Jahre begonnen wurde. Der Zementverbrauch pro Kopf der Bevölkerung ist verhältnismässig niedrig. Er erreicht etwas mehr als 30 kg pro Kopf der Bevölkerung, während dieser Wert für Deutschland bei etwa 100 kg und in den Vereinigten Staaten von Amerika bei 200 kg liegt so, dass noch ein grosser Spielraum für wachsenden Bedarf vorhanden ist.

Als Ergebnis des neuerlichen grossen Ausbaus der Industrie ist festzustellen, dass fast alle polnischen Werke eine neuzeitliche maschinelle Ausrüstung besitzen. Der Prozentsatz der

nicht mit Drehöfen produzierenden Fabriken hat sich von 13.3% im Jahre 1920 auf 3.9% im Jahre 1929 gesenkt. Der Prozentsatz der Erzeugung durch verschiedene Ofensysteme beträgt: Drehofen nach dem Nassverfahren 76%, Drehöfen nach dem Trockenverfahren 17.6%, automatische Schachtöfen 2.5%, Schachtöfen 3.9%.

Die Rohmaterialien bestehen zu 74% aus Kalkstein und Ton, zu 13.5% aus Kreide und Ton und zu 12.5% aus naturlichem Mergel. Natürlicher Mergel wird von drei Fabriken vararbeitet, muss aber durch geringe Zusätze an Kreide oder Ton in seiner Zusammensetzung korrigiert werden. Alle Werke verbrauchen Staubkohle zum Brennen der Oefen.

Der ungenügende Absatz auf dem polnischen Markt hat die polnischen Fabrikanten genötigt, nach Auslandsabsatz Ausschau zu halten, doch sind sie durch die geographische lage des Landes benachteiligt. Wie bereits erwähnt, wird der grösste Teil des polnischen Zements im südwestlichen Teile Polens, das uber 650 km von der See entternt liegt, erzeugt. Eine weitere, bis vor kurzem bestehende Schwierigkeit gründete sich auf die Tatsache, dass von Danzig und Gdingen nur wenige direkte Schiffahrtslinien betrieben wurden. Das bedeutete, dass zum Export bestimmter Zement zunächst auf die Bahn, dann in Danzig oder Gdingen auf den Dampfer verladen werden musste und dass in vielen Fällen in Hamburg oder Antwerpen umgeladen werden musste so, dass ein Aussenhandel fast unmöglich war. Dieser Zustand hat sich jetzt auf Grund des schnellen Ausbaus von Gdingen, das heute durch direkte Linien mit Indien, Süd-Amerika, den Vereinigten Staaten von Amerika und dem nahen Osten verbunden ist, so geändert, dass Zement nach diesen Landern direkt verladen werden kann. Ein weiterer grosser Vorteil wird sich ergeben, wenn die Bahnlinie von Oberschlesien nach der Ostsee, die 1932 fertiggestellt sein wird, eröffnet wird.

Die folgenden Zahlen geben die Exportverladungen von polnischen Zement an. Hauptabsatzgebiete sind die Ostseestaaten, Süd-Amerika, Straits Settlements und der nahe Osten: 1924 29,600 t; 1925 11,800 t; 1926 41,100 t; 1927 150,436 t; 1928 95,294 t.

Die Zusammenschlusse haben während der letzten drei Jahre in der Industrie schnelle Fortschritte gemacht. 1926 bestanden zwei Gruppen, denen 45% der gesamten Erzeugung gehörten, während die restlichen 55% sich aus 13 Gesellschaften verteilten. 1927 kontrollierten drei Gruppen 67%, während 33% elf Gesellschaften gehorten. Die drei Gruppen vermehrten 1928 ihren Produktionsanteil auf 85% so, dass 15% fur acht unabhängige Gesellschaften ubrig blieben. Endlich kontrollierten 1929 zwei Gruppen 90%, während die verbleibenden 10% vier Gesellschaften gehören. Der Absatz des Zements, sowohl im Inland wie nach dem Auslande, wird durch die Centrocement Gesellschaft in Warschau, die als einziger unabhängiger Repräsentant fur alle polnischen Werke tätig ist, bewirkt. Eine besondere Abteilung der Centrocement Gesellschaft befasst sich mit der Propaganda über die Anwendungsgebiete von Zement und tragt so zur Erweiterung des lokalen Marktes bei.

Abbildung 1 (siehe Seite 695) stellt eine Karte dar, aus der die Verteilung der Zementfabriken in Polen ersichtlich ist; Abbildung 2 (siehe Seite 696) stellt eine Generalansicht der Rejowiec-Werke dar; zwei 72 m lange und 3 m Durchmesser besitzende Drehöfen. sowie ein 46 m langer und 2.45 m Durchmesser besitzender Drehofen der Wysoka-Werke werden in Abbildung 3 (siehe Seite 697) gezeigt; Abbildung 4 (siehe Seite 697) ist die Ansicht der Arbeiter bei Nacht in einem polnischen Steinbruch mit Hilfe

Buchbesprechung.

" Praktischer Führer für den Chemiker in der Zementindustrie " von Constantin Tsountas. 102 Seiten (Paris, Verlag: " Revue des Matériaux de Construction," Preis 20 fr.

Ein Fuhrer dieser Art dürfte für drei Kategorien von Lesern wertvoll sein: erstens für die Chemiker mit abgeschlossener Ausbildung, die in die Zementindustrie übergehen wollen, aber keine praktischen Fabrikationserfahrungen besitzen; zweitens für die ungelernten Hilfsarbeiter der Betriebschemiker, die nach verantwortlicheren Stellungen streben; und drittens fur die Direktoren und Leiter von Zementfabriken mit geringen chemischen Kenntnissen, die nach ausreichender Belehrung verlangen, um feststellen zu konnen, dass die Betriebschemiker eine richtige Kontrolle der Fabrikation ausuben. Das Buch bringt die Methoden der chemischen Analyse von Zement und seinen Rohmaterialien, einschliesslich der Schnellbestimmung von Kalk. Bewahrte Methoden der Schlamm-und Abgasuntersuchung werden beschrieben, und Verfahren zur Prufung der Brennstoffe, Schmiermittel und des Wassers werden ebenfalls gegeben. Keine Belehrung wird hinsichtlich der Bestandteile guter oder schlechter Abgase, Brennstoffe oder Schiermittel erteilt so, dass der verstandige Leser schliesslich gezwungen sein durfte, nach anderen Buchern Umschau zu halten, um die Auswertung der nach diesem Fuhrer erhaltenen Ergebnisse zu erzielen.

Es wird ein Verfahren beschrieben, den „ Brennwert " von Zementrohmischungen zu bestimmen und eine Norm ist aufgestellt, um guten Schlamm oder gutes Rohmaterial von solchen zu unterscheiden, die nach dem Brennen im Drehofen keine befriedigenden Resultate ergeben. Das Verfahren besteht darin, ein Gramm der Rohmischung 30 Minuten lang auf 950° C. zu erhitzen und den unloslichen Ruckstand in dem kalzinierten Erzeugnis zu bestimmen. Uebersteigt dieser nicht 8%, so kann beim Brennen ein gutes Ergebnis erwartet werden; oberhalb dieses Wertes durfte ein solches schwierig und uber 12% praktisch unmöglich zu erzielen sein

Gegen die Methode der Bestimmung des freien Kalkes im Zement mussen Einwendungen erhoben werden, da sie die Behandlung des Zements mit wassriger Zuckerlosung vorsieht.

Die Bestimmung des unloslichen Ruckstandes im Zement erfogt in ungewohnlicher Form, da die losliche Kieselsaure vorsichtig gelatinisiert wird und die darauf folgende Lösung dieser Kieselsäure durch Waschen mit Sodalosung auf dem Papierfilter erfolgt. Die ältere Methode besteht darin, den Zement derart zu lösen, dass Abscheidung von Kieselsäure vermieden und der Rückstand in Sodalösung gekocht wird. Das gleiche Verfahren wird fur die Bestimmung des unlöslichen Rückstandes in Kalkstein und Mergel angegeben, doch ist es schwer einzusehen, welchen Wert eine solche Bestimmung haben kann.

Bei der Kohlenanalyse wird die Schätzung des Feuchtigkeitsgehaltes bei 70 bis 80° C. durchgeführt, ein Verfahren, das sicherlich der Genauigkeit nicht förderlich ist. Die normale Methode der Kohlenanalyse, wie sie von dem " Fuel Research Board " (Kohlenforschungsinstitut) empfohlen wird, verlangt eine Temperatur von 105 bis 110° C. für die Feuchtigkeitsbestimmung.

Gute Ratschläge werden den Chemikern in solchen Dingen wie der persön-

lichen Ueberwachung der Probennahme, den Verantwortlichen in der schriftlichen Aufzeichnung von Fehlern beim Mahlen und Brennen usw. erteilt. Die Arbeit des Zementbetriebschemikers ist zwecklos, wenn er diese Anweisungen nicht durchsetzt.

S.G.S.P.

Der Drehofen bei der Zementherstellung.—IV.

von W. GILBERT.

Kohlen-und Klinkermessung.—Mit Bezug auf Spalte 7 der Pruftabelle erkennt man, dass die wahrend der Prufung abgewogene Menge Rohkohle 282.8 t betrug. Es ist fur Berechnungszwecke bequem, alle Kohlenmengen „auf trocken berechnet" auszudrucken. In diesem Falle geschieht dieses, wie folgt:—

	t
Wahrend der Prufung abgewogene Menge an Rohkohle	282.80
davon ab: Feuchtigkeit 1.85%	5.20
Abgewogene, auf trocken berechnete Kohlenmenge	277.60

Gegenrechnung.—Ein Verlust von 5.58 t Kohle muss abgezogen werden, die beim Trocknen als fluchtige Substanz und als Staub, worauf spatter eingegangen werden soll, verloren geht. Weiter mussen abgezogen werden: 2.35 t fur ein höheres Niveau in dem Staubkohlenbehalter beim Ende der Prüfung und schatzungsweise 5.87 t fur das Aufheizen des Ofens alle drei Stunden nach dem Anhalten anlasslich der Aufzeichnungen an der Kohlen-Ableitungsvorrichtung. Alle diese Mengen sind auf trocken berechnet, und ihre Gesamtmenge betragt 13.80 t. Daher betragt der korrekte Wert fur das Gewicht der vom Ofen verbrauchten Menge an trockner Kohle (277.60 – 13.80) = 263.80 t.

Hergestellter Klinker.—Der gesamte abgewogene Klinker einschliesslich der verschutteten Menge am Kuhlerende betrug 928.9 t. Die tatsächliche Zeit, während welcher der Ofen lief, war nach Spalte 2 133.3 Stunden. Es ergibt sich daher eine stundliche Leistung an Klinker von

$$\frac{928.9}{133.3} = 6.97 \text{ t.}$$

Verbrauch des Ofens an Normalkohle.—Aus Spalte 12 geht der mittlere kalorische Wert der verbrauchten Kohle mit 7500 Kal per kg Kohle hervor; es sind also Normalkohle, in Prozent auf Klinker berechnet, verbraucht

$$\frac{263.8}{928.9} \times \frac{7500}{7000} = 30.47\%.$$

Fur Abb. 1-7, siehe Januar-Heft; fur Abb. 8-16, siehe März-Heft; fur Abb. 17-20 und die Pruftabelle, siehe April Heft.

Zug-Messungen.—Das Mittel der Ablesungen, die alle drei Stunden erfolgten während der Prüfung betrug:—

	cm Wasser
(1) Im Ofenkopf, Ofenmitte gegenüber	0.63
(2) Im Ofen am Gasaustrittsende	0.99
(3) Gegenüber dem Ofen am Gasaustrittsende	1.52
(4) Am Fuss des Schornsteins	3.58

Der Schornstein zog mehr als erforderlich; die durchschnittlichen Werte lagen auf beiden Seiten der Zugklappen bei 3 bezw. 1.58 cm.

Temperatur-Messungen.—Die durchschnittlichen Ergebnisse waren, wie folgt:—

	°C
(4) In die Kühltrommel eintretende Luft	22
(5) In den Ofenkopf vom Kühler eintretende Luft	298
(6) Sinterzone, Flammentemperatur	1480
(7) Sinterzone, Materialtemperatur	1340
(8) den Ofen verlassender Klinker	1180
(9) den Kühler verlassender Klinker	148
(10) Abgase am Ofenaustrittsende	473
(11) Abgase am Fuss des Schornsteins	310
(12) durch das Kohlenfeuerungsrohr in den Ofen eintretende Luft	28

Die Beobachtungen für 4, 9, 11 und 12 wurden alle drei Stunden vorgenommen. Nr. 5 wurde mit dem Heissluft-Pyrometer, wie vorher beschrieben worden ist, gemessen (vergl. Abb. 10, Seite 424).

Drei ovale Rohre von 90 × 64 mm innerem Durchmesser wurden in den Ofenkopf, in der Nähe des Bodens (vergl. Abb. 18, Seite 564) eingebaut, und diese Oeffnungen wurden sowohl für die Lufttemperaturmessungen benutzt wie für die Messung der Luftmenge, welche am Boden des Ofenkopfes von der Klinkerschütte her eintrat. Die kleinen Oeffnungen zwischen dem Boden des Ofenkopfes und der Brennplattform wurden verkittet.

Die Werte in den Reihen 6 und 7 wurden mit optischen Pyrometern bestimmt, und es kann angenommen werden, dass sie richtige sind, doch bei der in Reihe 8 angegebenen Temperatur des, den Ofen verlassenden Klinkers hat das optische Pyrometer offensichtlich infolge der exponierten Stellung um 85° C zu niedrig gemessen. Die Korrektur hierfür wurde durch ein Wasser-Kalorimeter vorgenommen, wobei die spezifische Wärme des Klinkers mit 0.25 Verwendung fand. Es ist indessen einigermassen schwierig, die richtige Temperatur des den Ofen verlassenden Klinkers während des Betriebes mit einem Wasser-Kalorimeter zu ermitteln, und verschiedene Versuche wurden angestellt, ehe Resultate erhalten wurden, die für angenähert genau gelten konnten.

Das Kalorimeter bestand im wesentlichen aus einem inneren Kupfergefäss, das Wasser enthielt und einem äusseren Eisenmantelgefäss mit einem Zwischenraum von 1.91 cm Luft zwischen beiden. Das äussere Gefäss wurde mit einer starken Lage von Asbestplatten, die darauf gebunden wurden, bedeckt. Zwei Deckelklappen und ein Mittelrohr, das in das innere Gefäss führte, waren vorhanden. Das an einem eisernen Rohr festgemachte Kalori-

meter wurde durch die Kopftür des Ofens eingesetzt, und einige Brocken des äusseren Klinkerstroms, der den Ofen verliess, wurden eingefüllt. Es ist nicht immer möglich, eine geeignete Menge zu erhalten. Das Kalorimeter wurde schnell zurückgezogen und das innere Gefäss sofort in ein zweites äusseres Gefäss gesetzt, das nicht durch Einführung in den Ofenkopf erhitzt worden war. Das Ansteigen der Temperatur des Wassers wurde bestimmt und das trockne Gewicht des Klinkers danach ermittelt. Die mittlere spezifische Wärme des Klinkers für einen Temperaturbereich von 1200° C bis 15° C wurde mit 0.25 angenommen.

Es stellte sich als notwendig heraus, das Wasser in dem inneren Gefäss vor und nach dem Versuch zu wiegen, da der weissglühende Klinker, der mit dem Wasser in Berührung gekommen war, eine gewisse Menge Dampf aus dem verwendeten Wasser, gewöhnlich 1 bis 1½%, erzeugt hatte, der verloren ging.

Die latente Wärme dieser Dampfmenge musste in Betracht gezogen werden.

Gewöhnlich können alle anderen Werte, die die Wärmebilanz der Kühltrommel betreffen, leichter gemessen werden, und aus diesen Werten kann die Temperatur des den Ofen verlassenden Klinkers auf einen bestimmten Wert der spezifischen Wärme berechnet werden.

Messung der Luftmengen.—Wenn die durch ein Rohr oder einen Kanal fliessende Luft berechnet werden soll, ist es erforderlich, folgende Daten zu kennen: (*a*) den durch die Strömungsgeschwindigkeit erzeugten mittleren Wasserdruck, (*b*) den Querschnitt der Fläche, an der Messungen vorgenommen werden sollen, (*c*) die Lufttemperatur und (*d*) die Höhe des Barometerstandes, wobei hinsichtlich des letzteren wegen seiner Schwankungen eine kleine Korrektur notwendig ist. Das Gewicht des Luftstroms in kg pro Minute wird aus diesen Werten mittels der Tabelle I ermittelt. Die in der Tabelle angeführte Formel lautet:

$$W = C \times a \times \sqrt{1} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$$

Die Konstante C, welche die Lufttemperatur berücksichtigt, ist für alle 27,8° C tabellarisiert. Auch ist der Unterschied pro Grad angegeben. Für eine ausführliche Behandlung des Gegenstandes sei auf das Werk von E. Ower vom National Physical Laboratory (England) über "Messung von Luftströmen" verwiesen.

Die Luftgeschwindigkeit ist in den verschiedenen Teilen eines Rohrquerschnitts oft sehr ungleichmässig; es ist daher gewöhnlich wünschenswert, an mehreren Stellen Beobachtungen zu machen, wobei diese Stellen möglichst gleiche Querschnittsflächen aufweisen sollen. Passende Kalibrierung der Pitot-Rohre ist vorgesehen, damit die Einsatztiefe je nach der Beschaffenheit der äusseren Rohroberfläche reguliert werden kann. Die Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Luft sollte möglichst nicht in der Nähe eines Ventilators oder gerade unterhalb der Biegungen oder scharfen Ecken in einem Rohr oder Kanal vorgenommen werden. Wenn vor dem bestimmten Querschnitt eine, einige Meter lange Strecke eines parallel verlaufenden Kanals vorhanden ist, so trägt dieses dazu bei, den Luftstrom gleichförmiger zu machen.

TABELLE I.

Messung von Luftstromungen.

Verhaltnis zwischen dem Gewicht der pro Minute geforderten Luft, der Temperatur und dem durch die Stromungsgeschwindigkeit erzeugten Wasserdruck.

Temperatur in		Wert fur	Unterschied per Grad		Bemerkungen.
F	C	C	F	°C	
60	15,5	302,6	0,275	0,5	W = Gewicht der Luft in Pfund bezw. Kg pro Minute
100	37,8	291,6	0,244	0,44	
150	65,6	279,4	0,216	0,39	
200	93,3	268,6	0,192	0,35	a = Querschnitt der Flache des Rohrs oder Kanals in Quadratfuss bezw. qm
250	121,1	259,0	0,174	0,31	
300	148,9	250,3	0,156	0,28	
350	176,7	242,5	0,142	0,26	
400	204,4	235,4	0,130	0,23	i = Wasserdruck infolge der Luftgeschwindigkeit
450	232,2	228,9	0,122	0,22	
500	260,0	222,8	0,112	0,20	
550	287,8	217,2	0,104	0,19	b = Barometerstand in Zoll bezw mm Quecksilberhohe
600	315,5	212,0	0,096	0,173	
650	343,3	207,2	0,090	0,162	C = eine von °F Abhangige Konstante, die tabellarisiert ist fur den Bereich der Lufttemperaturen
700	371,1	202,7	0,084	0,151	
750	398,9	198,7	0,080	0,144	
800	426,7	194,5	0,076	0,137	
850	454,4	190,7	0,066	0,119	Dann ist:
900	482,2	187,1	0,070	0,126	$W = C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$
950	510,0	183,9	0,064	0,115	
1000	537,8	180,7	—	—	

Die Luftgeschwindigkeit sollte sofort nach der Messung der Stromungsgeschwindigkeit abgelesen werden

Durch das Kohlenfeuerungsrohr in den Ofen eintretende Luft —Die Messung wurde 30 cm vor der Rohrverengung, an der die Staubkohle in das Geblaserohr eintritt, vorgenommen; diese Stelle war daher staubfrei Der Stromungsdruck wurde mit einem leichten National Physical Laboratory, England-Modell des Pitot-Rohrs und einem gewohnlichen U-Rohr-Wasserdruckmesser gemessen Die notigen Werte sind

Rohr- Durchmesser 15 cm, Querschnittsflache	(a) = 0 196 Quadratfuss (0,018 qm)
Wasserdruck infolge Stromung	(i) = 1,21 Zoll (3,07 cm)
Lufttemperatur	(t) = 83° F (28,3° C)
Barometerstand	(b) = 30,3 Zoll (769,6 mm)

Um C fur eine Lufttemperatur von 28,3° C zu erhalten, ergibt sich nach Tabelle I

Wert von C fur t = 15 5° C	302 6
davon ab 23 × 0.275	6 3
Also C	296.3

Hieraus folgt $W = 296.3 \times 0.196 \times \sqrt{1.21} \times \sqrt{\frac{30.3}{30}} = 64.2$ Pfund bezw. 29,12 kg pro Minute

Am Boden des Ofenkopfes eintretende Luft.—Der Querschnitt, an dem die Luftgeschwindigkeit gemessen wurde, ist in Abb. 18 (Seite 564) gezeigt worden. Drei Ablesungen wurden in geeigneten Zwischenräumen durch jede Oeffnung mittels des Pitot-Rohres, wie es in Abb. 12 dargestellt ist, vorgenommen, wobei das, die Stromungsgeschwindigkeit messende Rohr nach unten gerichtet war. Die Messungen wurden mit Wasserdruckmessern nach dem Hebeprinzip ausgeführt, da der Druck der Geschwindigkeit unter 1.91 cm lag. Die wesentlichen Werte waren:

Querschnittsfläche an der Oeffnung	(a) = 18,2 Quadratfuss (1,69 qm)
Mittlerer Wasserdruck infolge Stromungsgeschwindigkeit	(i) = 0,049 Zoll (0,124 cm)
Lufttemperatur . .	(t) = 569° F. (298,4° C.)
Barometerstand	(b) = 30,1 Zoll (772,16 mm)

Um C aus Tabelle I zu erhalten, ergibt sich:

Wert fur C bei t 287.8° C	= 217.2
davon ab 19 × 0.104	= 2.0
Also C	215.2

und $W = 215.2 \times 18.2 \times \sqrt{0.049} \times \sqrt{\frac{30.4}{30}} = 872{,}8$ Pfund bezw. 395,3 kg. pro Minute.

Der mittlere, infolge der Stromungsgeschwindigkeit vorhandene Wasserdruck ist aus Beispielsgründen angeführt, während es in der Praxis üblich ist, die Quadratwurzel aus jedem Stromungsdruck zu berechnen und das Mittel aus dem Wert für $\sqrt{i}$ zu nehmen.

Der statische Wasserdruck (Zug oder Druck) an dem Querschnitt ist mit dem Wasserdruckmesser nach dem Hebeprinzip beobachtet worden, indem die Stopfenverbindung auf dem Kopf des Dreifusses, die zu dem Rohr, das dem Strom entgegen liegt, führt, entfernt wurde, wodurch das Rohr B zur Messung des statischen Drucks (Abb. 11) allein verbunden blieb. Der mittlere Wert war in diesem Falle 0.71 cm.

Durch den Kühler eintretende Luft Es ist üblich, diese Messung mit einem Windmesser vom Typ der Windmühle vorzunehmen, da gewöhnlich die Luftgeschwindigkeit zu niedrig ist, um messbare Ablesungen auf dem Wasserdruckmesser robuster Bauart nach dem Hebeprinzip zu liefern. Der Durchmesser der Kühltrommel ist am unteren Ende 1.67 m, wodurch eine Querschnittsfläche von 2.21 qm entsteht. Am Kühlrohrende ist eine kurze Strecke, die von den Kaskadenleisten frei ist. Hier wurde der Windmesser verwendet. Die Beobachtungen wurden täglich mehrmals gemacht, und die mittlere Luftgeschwindigkeit beim Eintritt in die Kühltrommel ergab sich mit 129 m in der Minute. Das Luftvolumen bei 22.5° C. beträgt 0.83 cbm pro kg; daher ist also

$$W = \text{kg in der Minute} = \frac{129{,}23 \times 2{,}21 \times 0{,}454}{0{,}38} = 340{,}61.$$

Die Beobachtung lässt sich etwas unangenehm ausführen wegen des Staubes des in Kaskaden herabfallenden Klinkers. Die Luftgeschwindigkeit beim Eintritt in die Kühltrommel ist gewöhnlich unregelmässig, und der Windmesser wird daher über den Querschnitt bewegt, um eine mittlere Geschwindigkeit zu ermitteln.

Aus den beiden vorhergehenden Luftmessungen ergibt sich:

	kg/Min.
Luft die am Boden des Ofenkopfes eintritt	395.9
Luft, die durch den Kühler eintritt ...	340.6
Differenz:	**55.3**

Diese Differenz muss unter der Voraussetzung, dass die Messungen korrekt ausgeführt worden sind, die Luftundichtigkeiten, die sich am heissen Ende der Kühltrommel befinden und die Undichtigkeiten im Ziegelmauerwerk der Klinkerschütte darstellen. Die durch Undichtigkeiten um das Kühlerende (Abb. 18, Seite 564) in die Klinkerschütte eintretende Luft konnte nicht bequem gemessen werden weger der Strahlung vom Kühlrohrmantel und des Verlustes an rotglühendem Klinker.

Undichtigkeiten um das heisse Ofenende.—In Abb. 21 (Seite 703) wird ein Diagramm des Ofenpackungsringes gezeigt. Ein Lauflagerring befindet sich in einer Entfernung von 2.36 m vom Ofenende; dieser war kräftig konstruiert und lief nicht sehr aus der Führung. Es war daher möglich, den Packungsring dicht auf den Ofenmantel aufzulegen. Die Oeffnung wurde an acht Stellen gemessen und die mittlere Weite mit 0,271 Zoll (0,69 cm) bestimmt. Die durch die Undichtigkeiten eintretende Luft wird durch das Vakuum im Ofenkopf angesaugt, und es wird aus Abb. 21 (Seite 703) klar, dass der grösste Teil des Geschwindigkeitsdrucks verwendet wird, um der Luft die Anfangsgeschwindigkeit zu erteilen, mit der sie durch die Oeffnung zwischen der Kante des Packungsringes und dem Ofenmantel eintritt.

Die gesamte Fläche der Oeffnung, die einen Ring von 90 Zoll (2,28 m) Durchmesser ausmacht, beträgt:

$$\frac{90 \times \pi \times 0.271}{144} = 0{,}532 \text{ Quadratfuss } (0{,}019 \text{ qm}).$$

Die eintretende Luft hat einen scharfen Winkel um die Kante des Packungsringes zu passieren, und eine Kontraktion des Strahls findet statt. Für die scharfkantige Oeffnung in einer runden Platte beträgt die Kontraktion angenähert 0.63 der ganzen Fläche, doch liegen hier die Verhältnisse anders, da die Kontraktion nur an einer Ecke stattfindet. Ein Wert von 0.80 wird angenommen, wodurch die tatsächlich undichte Fläche auf $0{,}8 \times 0{,}532 = 0{,}426$ Quadratfuss (0,039 qm) reduziert wird.

Die anderen Bedingungen sind in diesem Falle wie folgt:

Zug im Ofenkopf		(i) = 0,25 Zoll (0,635 cm)
Temperatur der eintretenden Luft	...	t = 70° F. (21,1° C.)
Barometerstand		(b) = 30,3 Zoll (769,6 mm)
Wert für C. nach Tabelle I		= 299,8

Daher ergibt sich nach der Formel:

$$W = 299.8 \times 0.426 \times \sqrt{0.25} \times \sqrt{\frac{30.3}{30}} = 64 \text{ Pfund bezw. } 29{,}03 \text{ kg. pro Minute.}$$

Die gesamte in den Ofen eintretende Luft.—Diese Menge kann jetzt wie folgt zusammengefasst werden:

	Pro Minute in kg.
Durch das Gebläserohr	29
Durch Undichtigkeiten des Packungsringes im Ofenkopf	29
Durch die Kühltrommel	340
Durch Undichtigkeiten der Klinkerschütte (a.d. Diff.) ...	55
Insgesamt:	453

Die vorstehden Gesamtmenge soll gegenwärtig gelten und wird später mit einer anderen Schätzung aus dem Gewicht der in der Minute verbrauchten Kohle, sowie aus den Kohlen-und Abgasanalysen verglichen werden.

Abb. 17 (Seite 562) Grundriss des Werks.—A = Kohlenlager, B = Walzenbrecher für Kohle, C = Elevator, D = Kohlen-Trockentrommel mit Feuerung, E = Elevator, F = Kominor, G = Rohrmühlen, H = Elevator, I = Behälter für Staubkohle, J = Drehofen, K = Kühltrommel, L = Staubkammer, M = Zugklappe, N = Schornstein für Heizung der Trockentrommel; Abb. 18 und 19 (Seite 564) Klinkerschüttte und Kühltrommelende, zwei Ansichten.—A = Ofenende, B = Ofenkopf, C = Klinkerschutte aus feuerfesten Steinen, D = Hervorstehende Zunge, E = Kühltrommelende, F = Oeffnungen zum Messen an der Stirnseite des Ofenkopfes; Abb. 20 (Seite 565) Registrierkarte der Ofengeschwindigkeit; Abb. 21 (Seite 708) Packungsring am Ofenkopf.

(Fortsetzung folgt.)

Die Spanische Zementindustrie.

von JULIÁN GIL MONTERO.

Die Entwicklung der spanischen Zementindustrie ist jüngeren Ursprungs und fällt mit der Belebung der Bauindustrie zusammen.

Die erste Fabrik begann 1898 zu arbeiten. Die Besitzer, Sociedad Anónima Tudela-Veguín, wendeten die einige Jahre vorher erfundenen Drehöfen an. Bis zu dieser Zeit war der gesamte, in Spanien gebrauchte Zement eingeführt worden. Die Sociedad Anónima Tudela-Veguín setzte ihr Werk in der Provinz Oviedo, wo sie jetzt über vier Drehofen mit einer jährlichen Leistungsfähigkeit von 60,000 t verfügt, in Betrieb.

Einige Jahre später, 1904, eröffnete Graf Guell in Zusammenarbeit mit José F. de Navarro und dem katalonischen Architekten D. Rafael Guastavino in der Provinz Barcelona eine neue Fabrik, die als „Asland"-Zement bezeichnet wurde. 1919 wurde dieses Werk vergrössert durch zwei weitere, je 40 m lange Drehöfen mit einer jährlichen Kapazität von 105,000 t. Die Compañía General de Asfaltos y Portland Asland, als Eigentümer dieser Fabrik ist heute der führende Zementkonzern in Spanien, indem sie 25% der heimischen Erzeugung herstellt mit einer zweiten, 1917 in Betrieb gesetzten Fabrik in Moncada (Barcelona) und einer dritten in der Provinz Toledo, nahe bei Madrid, die 1926 eröffnet wurde, nachdem sie die 1923 eröffnete in Vizcaya belegene „Fama"-Zementfabrik erworben hatte. Gegenwärtig sind acht nach dem Trockenverfahren arbeitende Drehöfen in Betrieb mit einer jährlichen Erzeugung von 500,000 t. Es bestehen weitere vier Werke, die nach dem Trockenverfahren in den Provinzen Madrid, Barcelona und Navarra mit zehn Drehöfen und einer etwaigen jährlichen Leistung von 400,000 t arbeiten.

Das Nassverfahren wurde in Spanien zuerst auf einer in der Provinz Barcelona belegenen Fabrik, die Don José Fradera gehört, angewendet; sie begann 1913 zu arbeiten und nutzte die reichen Steinbrüche von Vallcarca de Sittges aus. Dieses Werk besitzt drei Oefen mit einer Leistungsfähigkeit von jährlich 135,000 t und stellt sowohl Portland-wie Grappiers-Zement her. Es existieren vier weitere, nach dem Nassverfahren mit fünf Oefen arbeitende Fabriken in Bilbao, Madrid, Toledo und Sevilla. Die Leistung beträgt einschliesslich des Fradera'schen Werkes mehr als 300,000 t jährlich. 1929 errichteten F. L. Smidth eine Fabrik für Cementos Griffi S.A. in Villanueva y Geltrú (Barcelona) mit einem, 30,000 t im Jahr erzeugenden Ofen, der nur weissen Portlandzement herstellt.

Das Dickschlammverfahren, das in Spanien noch nicht eingebürgert ist, ist

von der Cosmos S.A. in Madrid zur Anwendung gekommen. 1924 eröffnete diese Firma eine Fabrik in Toral de los Vados (Provinz León) mit Maschinen von Amme, Giesecke und Konegen. Das Werk kann im Jahr mit einem Drehofen 60,000 t erzeugen.

Es existieren sieben Fabriken mit 33 Schachtöfen. Die älteste gehört der Sociedad Aragonesa de Portland Artificial in Saragossa, die 1900 eröffnet wurde und vier Oefen in Betrieb hat. Die gesamte jährliche Leistung beträgt etwa 150,000 t. Diese Werke erzeugen fast ausschliesslich Portlandzement, doch stellen einige auch Puzzolan-und Grappierszement her, und die Zumaya S.A. in der Provinz Guipuzcoa fabriziert den ihren Namen tragenden Zement. Gegenwartig sind dreissig Werke in Spanien vorhanden mit 33 Drehöfen und ebenso vielen Schachtöfen.

Der Krieg verursachte eine grosse Zementverknappung und bei dem darauf folgendem Steigen der Preise stellten die spanischen Fabrikanten fest, dass sie ihren Zement an die Allierten exportieren konnten. Neue Werke wurden eroffnet und die bereits bestehenden ausgebaut. Seitdem erreichte die jährliche Produktion, die sich von 1905 bis 1914 von 140,000 t auf 400,000 t gesteigert hatte, 1920 600,000 t. Der heimische Verbrauch nehm ebenfalls infolge der Belebung im Baugewerbe zu. In den grossen Stadten wurden die Strassen gepflastert, und Strassen wurden gebaut, um dem schweren Kraftwagenverkehr jener Zeit gewachsen zu sein. Der Verbrauch von Zement steigerte sich so, dass die Erzeugung 1921 700,000 t; 1923, 800,000 t; 1924, 1,175,500 t; und 1925, 1,300,000 t betrug. Bei den Projekten fur neue Fabriken wurde die Nachbarschaft der Absatzgebiete berucksichtigt und, da im Norden und Zentralspanien bereits eine Zahl von Fabriken existierte, wurden 1922 und 1923 Werke in Valencia und Andalusien eroffnet. Die Konjunktur im Baugewerbe und in den öffentlichen Arbeiten konnte jedoch die Ueberproduktion der 1925 in Betrieb befindlichen zwanzig Werke nicht aufnehmen. Ein heftiger Preiskampf entbrannte zwischen den Fabrikanten und uberdies wurden weitere funf Fabriken eröffnet, die weitere 220,000 t erzeugten.

Die durch die Tonerde-und hochwertigen Zemente verursachte Konkurrenz war zu dieser Zeit in der ganzen Welt fuhlbar. Doch war dieser Wettbewerb in Spanien nicht besonders scharf, da die von den Fabrikanten verlangten Preise ebenfalls zu einem Konkurrenzkampf fuhrten, und da sie mit allen Mitteln versuchten, ihre Preise zu reduzieren, machten sie gleichzeitig Anstrengungen, ihre Zemente zu verbessern, damit diese mit den hochwertigen- und Tonerdezementen konkurrieren konnten. Dieser standige Kampf, der durch die Eröffnung neuer Fabriken noch hartnackiger wurde, fuhrte die Fabrikanten dazu, eine Vereinigung zu grunden, um einen Mindestverkaufspreis festzusetzen, die Fabrikation der Nachfrage anzupassen und die Eröffnung neuer Fabriken zu verhindern. Mit diesem Ziele wurde im Dezember 1926 die Agrupacion de Fabricantes de Cemento Portland (Vereinigung der Portlandzement-Fabrikanten) gegründet; in der Folge hörte der Konkurrenzkampf auf, einige Firmen fusionierten sich, die Fabrikation wurde verbessert, und es war nicht mehr nötig, diese einzuschränken, da der, den öffentlichen Arbeiten durch den Minister of Fomento Graf de Guadalhorce gegebene Ansporn den heimischen Bedarf enorm steigerte. So verbesserte der Circuito Nacional de Firmes Especiales (Nationaler Ring für Strassenverbesserung) die öffentlichen Strassen; grosse Arbeiten wurden an den Duero-Wasserfällen ausgeführt; dite Confederaciones Sindicales Hidrograficas (Syndikat für Wasserkraftwerke) wurden gegründet, um die Wasserkräfte auszunutzen; die Eisenbahn-, Hafen- und anderen Bauunternehmungen erforderten derartige Zementmengen, dass die heimische Erzeugung, die 1929 1,500,000 t erreichte, sich als nicht genügend erwies. Obwohl jedes Werk mit voller Leistung

arbeitete, hielt es die Regierung des verstorbenen Generals Primo de Rivera für notwendig, die Einfuhr von 300,000 t ausländischen Zements bei reduzierten Zöllen zu gestatten. Die heimische Produktion wird bald 2 Millionen t überschreiten, da demnächst ein neues Werk in Miraflores (Saragossa) durch die Firma Cementos Portland Zaragoza S.A. mit Drehöfen nach dem Nassverfahren eröffnet wird; die „Asland"-Gesellschaft baut zur Zeit eine moderne Fabrik in Cordoba; eine andere ist in der Provinz Valladolid, fern von allen bestehenden Produktionszentren geplant, und es wird für diese eine grosse Entwicklung vorausgesehen.

Die Fabrikantenvereinigung hat seit kurzem mit der Veröffentlichung von Broschüren und mit Propaganda hinsichtlich der Vorteile von Portlandzement begonnen. Die Fabriken sind dabei, ihre Leistung zu steigern und Laboratorien sowie Auskunftsbüros zu eröffnen für ihre Kunden. Die Bautechnik hat in den letzten Jahren beträchtliche Fortschritte gemacht hinsichtlich der Konstruktion von Wolkenkratzern und einer grösseren Anwendung von Eisenbeton und Betonwaren.

Die Herstellung von Tonerdezement scheint in Spanien keine grosse Zukunft zu besitzen. Bauxit findet sich nur wenig Doch haben einige technische Veröffentlichungen auf die Möglichkeit der Verwendung minderwertiger Bauxite, um Hochofenschlacken zu verbessern, hingewiesen und zwar in Uebereinstimmung mit Versuchen, die in den Vereinigten Staaten von Amerika durch das Büro of Mines ausgeführt wurden und nachwiesen, dass aus den so erhaltenen tonerdereichen Schlacken eine gewisse Menge Zement hergestellt werden kann.

Weisser Portlandzement, der zuerst in Spanien durch die „Asland"-Gesellschaft und später durch „Griffi" hergestellt wurde, wird in wachsendem Masse für Dekorations-und ornamentale Arbeiten verlangt. Auf der 1925 in Madrid abgehaltenen Bauausstellung stellte die „Asland"-Gesellschaft aus eigenem weissem Portlandzement fabrizierte Statuen aus. In dem spanischen Dorf auf der internationalen Ausstellung zu Barcelona im Jahre 1929 wurde weisser, in Spanien hergestellter Portlandzement verwendet zur Reproduktion spanischer Bauten, Denkmäler und architektonischer Einzelheiten. Kalkstein, Granit, Ton und andere Materialien wurden naturgetreu imitiert, und die Reproduktion war sowohl nach Farbe wie Struktur vollkommen.

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Bezugspreise.

Auf Grund der sehr stark vermehrten Herstellungkosten von „Cement and Cement Manufacture" in seiner neuen Form, ist es notwendig gewesen, den Preis auf 2 Shilling für jedes Heft zu erhöhen. Der jährliche, in der ganzen Welt postfreie Bezugspreis beträgt 24 Shilling. Augenblickliche Bezieher, welche auf Grund unserer früheren Subskriptionsliste im Voraus bezahlt heben, werden so lange die Hefte zum alten Preise weiter erhalten, bis ihr gegenwärtiges Abonnement abläuft.

Der jährliche Bezugspreis ist an „Cement and Cement Manufacture," London, S.W.1, Dartmouth Street 20, England einzusenden, worauf die Hefte regelmässig monatlich für die Dauer des Bezugs zugestellt werden.

Neue Zementwerke in Neu-Seeland.

Die in Burnside bei Dunedin (Neu-Seeland) gelegenen, neuen Werke der Milburn Lime & Cement Co. Ltd. wurden am 11. März 1929, in Betrieb genommen. In dieser Fabrik (von Edgar Allen & Co. Ltd.) können wochentlich 1,000 t Zement erzeugt werden.

Die Rohstoffe bestehen aus Kalkstein und Mergel. Gleichzeitig mit dem Pumpen des Schlamms entleert am Boden des Kalkstein-Trichterbunkers eine Schuttelvorrichtung diesen in die Becher eines endlosen Kettenelevators, der das Gestein in einen 600 t fassenden Behalter fordert, welcher sich dem Schlammsilo benachbart und in der Nahe der ersten Zerkleinerungsverbundmuhle befindet.

Aus diesem Bunker wird der Kalkstein uber ein Forderband nach einem Drehtisch gefördert, der automatisch eine Verbundmuhle speist, in welcher das Vorbrechen stattfindet. Der Mergelschlamm wird der Muhle durch ein Sturzrad zugefuhrt und kommt wie auch das Gestein in die Muhle, gleichzeitig mit der richtig bemessenen Wassermenge.

Die Verbundmuhle, welche durch einen 450 PS starken Motor getrieben wird, misst in der Lange 11 m und im Durchmesser 2 m. In der ersten Abteilung der Muhle wird das Gestein zwischen geschmiedeten Stahlkugeln zertrummert. In dem Masse, wie die Zerkleinerung fortschreitet, tritt das Material in die nachste mittlere Abteilung der Muhle ein, in der es durch kleinere Kugeln gemahlen wird. Der Prozess ist beendet, wenn das Material in die dritte Abteilung gelangt, wo als Mahlmittel ein Satz von sehr kleinen Stahlgusskugeln dient. Aus der Verbundmühle wird die Mischung des Mergels und Kalksteins auf drei Ausgleichbehälter gepumpt, die jeder ein Fassungsvermogen von 360 t besitzen. Druckluftruhrung vehindert Festwerden der Mischung.

Der Drehofen ist 61 m lang und besitzt einen Durchmesser von 2,7 m. Er ist im Verhaltnis von 1:24 gegen die Horizontale geneigt und wird durch einen 50 PS starken Motor getrieben.

Eine Schuttelvorrichtung speist das Forderband, das die automatisch arbeitenden Aufgabeteller mit Klinkern versorgt. In diesem Stadium werden dem Klinker 2% Gips aus Australien zugesetzt. Die Muhle ist von ahnlichen Ausmassen wie die zuvor beschriebene und wird von einem 450 PS starken Motor getrieben. Der Zement wird in 20 Bunkern zu je 200 t Fassungsvermogen eingelagert. Ein System von Schneckentransporteuren fordert ihn von hier zu der Packmaschine, welche in der Stunde 25 t zu leisten vermag.

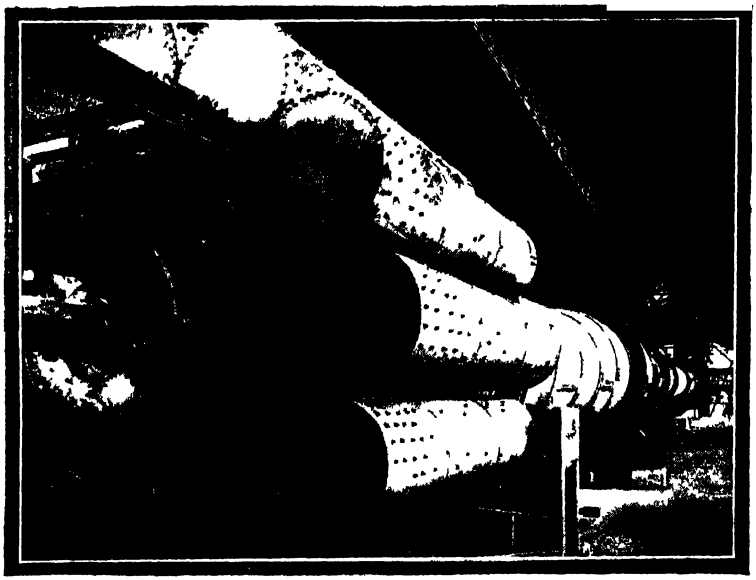
Es ist vorgesehen, jeden Teil der Fabrik auf das Doppelte zu vergrössern, sobald die Nachfrage nach dem Erzeugnis sich genugend entwickelt, um solche Erweiterung notwendig zu machen.

Die elektrische Ausrustung der Fabrik umfasst 32 Motore, die zusammen 2,100 PS entwickeln. Zwei dieser Motore sind, je 450 PS stark, und arbeiten jeder mit 6,600 volt starkem Strom. Den grössten Teil des Stromes erhalt die Gesellschaft mit Spannung von 6,600 Volt und transformiert diesen herunter auf 400 Volt. Die Fabrik besitzt zwei Synchron-Motore, die den Kraftverbrauch in den Werken ausgleichen.

Abbildung 1 (siehe Seite 708) zeigt eine Generalansicht der Werke in Burnside (Neu-Seeland). Abbildung 2 (siehe Seite 709) zeigt die Ansicht der Zementmühle während der Montage.

K

VICKERS-ARMSTRONGS LIMITED



El grabado reproduce uno de tres grandes hornos rotatorios "REFLEX" provisto de Recuperador patentado, fabricado por los Sres. Vickers-Armstrong, Ltd., de Barrow-in-Furness, Inglaterra. Este horno tiene una longitud total de 99.43 m., siendo el diámetro por encima de los cilindros del recuperador de 8.08 m.

Este tipo de horno hace que los cimientos y edificios puedan ser de una altura mínima, suministrando una economía de inversión de capital y una baja temperatura en los gases de salida, con reducido consumo de carbón.
Diríjanse todas las solicitudes a los Talleres de

BARROW-IN-FURNESS, INGLATERRA.

Oficinas :

VICKERS HOUSE, BROADWAY, LONDON, S.W.1, INGLATERRA.

VOLUMEN 3. NÚMERO 5. MAYO 1930.

CEMENT
AND
CEMENT MANUFACTURE
EL CEMENTO Y SU FABRICACIÓN.
SECCION ESPANOLA

Los métodos de ensayo del cemento.

por el Dr. C. R. PLATZMANN.

Los numeros de enero y febrero de esta Revista contienen una variada serie de colaboraciones acerca de los metodos de ensayo del cemento, que merecen tanta mas atención, cuanto que todos, en forma mas o menos optimista, reflejan multiples y contrapuestos puntos de vista, relativos a una unificacion de las prescripciones de las Normas. En articulos anteriores del que suscribe,[1] que se remontan hasta 1927, se indico ya, no solo la diversidad de normas vigentes en los distintos paises (citándose las prescripciones de 27 estados), sino, ademas, los esfuerzos para conseguir una unificacion de las mismas. Esa tendencia no es de ahora. La recopilación publicada hace algunos años, por ejemplo, por W. C. Davis,[2] en su excelente libro, indica bien explícitamente lo indeseable que tal diversidad en las normas resulta.

En los últimos años han ido aumentando los votos de los que desearían ver modificado el actual sistema de normas para el cemento. Por una parte, tenemos los esfuerzos de Féret (Boulogne-sur-Mer) y de Ros (Zurich), en favor de un ensayo sobre mortero plástico, en lugar de los actuales, efectuados a base de consistencias de tierra húmeda, y por otra, parecen manifestarse tendencias que pretenden modificar el sistema, de manera aún más radical, ya que proponen dictaminar acerca de la calidad, a base de la composicion química. Como portaestandarte de esta tendencia se manifestó, desde el principio, un químico tan mundialmente conocido como P. H. Bates, del "Bureau of Standards" de Washington, quien en el número extraordinario de la revista "Zement," publicado con motivo del Cincuentenario de la Agrupación de Fabricantes Alemanes de Cemento Portland, publicó un trabajo acerca del tema: "El actual estado de la investigación del cemento Portland, y las posibilidades de fabricación de cementos de alto valor,"[3] al final del cual expuso una acerba crítica de los actuales métodos de ensayo del cemento, discutiendo su sensibilidad, su precisión, su escrupulosidad, y rechazando, sobre todo, la aplicación de los actuales procedimientos al ensayo de los cementos de altas resistencias iniciales y de alúmina. A propósito de este punto, debe ser también mencionado

un artículo publicado hace poco,[4] que es (que yo sepa) donde por primera vez se intenta establecer una relación, o correspondencia, entre la composición química de un cemento, y su resistencia, a base de datos experimentales. Es tanto más interesante ese trabajo, cuanto que, precisamente el Dr. Haegermann, en su colaboración[5] en "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," ha combatido decididamente la existencia de tal correspondencia, y que, por otra parte, su inteligente competencia técnica de ningún modo puede ser puesta en duda.

En esta situación de las cosas, séanos permitido reseñar aquí con toda brevedad el mencionado trabajo de A. I. Poole. Poole, admitiendo la hipótesis de que el silicato tricálcico es el elemento a que principalmente se debe la hidraulicidad del cemento Portland, pretende deducir las resistencias a 7 días, partiendo de las cantidades de cal separadas por la hidratación, cantidades que determina por valoración. Esas tentativas, dicho sea de paso, distan mucho, todavía, de su madurez, para que se les pueda conceder ya el carácter de normas. Sin embargo, merecen ser tenidas en cuenta, ya que, ante el descontento producido por las normas actuales, ha debido dedicarse una preferente atención al problema de su perfeccionamiento, y que, aún los más fervientes partidarios del mantenimiento del presente sistema de normas, convienen, desde luego, en que éste es imperfecto y requiere ser mejorado. Esto es lo que se desprende, sin ambiguedad alguna, de los artículos del Prof. H. Kuhl[6] y del Dr. Haegermann. Las tentativas inglesas para llevar a cabo una fundamental revisión de sus normas, sólo pueden ser interpretadas en dicho sentido.

Bastante más importante que la refundición de las normas es tratar de llegar a una unificación de las mismas. Paralelamente, puede muy bien seguir su curso una labor internacional de conjunto, destinada, principalmente, a reconstruir los métodos normales sobre bases más modernas.

Desde luego, es general la opinión de que las primitivas normas alemanas del año 1878 (que son las más antiguas de todas) significaban para su época un hecho excepcional, cosa que resalta bien claramente si se observa que tales normas y sus revisiones ulteriores han dejado sentir una influencia decisiva sobre los Pliegos de Condiciones de muchos otros países. Se comprenderá, por lo tanto, perfectamente, que precisamente en Alemania se tenga gran aprecio a aquellas normas, a su tradición y a la indudable garantía que proporcionan varios decenios de experiencia; sin embargo, ésta ha sido rebasada por el enorme aumento de calidad de los cementos, tanto en Alemania como en los otros países, en medida muy superior a cuanto pudo pensarse. Por otra parte, se tiene en algunos casos la sensación (y ésto no sucede sólo en Alemania) de que cada país aislado quisiera convertir la cuestión de la rígida conservación de su sistema de normas en una especie de pundonor nacional, mientras que, al establecerse la estrecha trabazón económica internacional entre los diversos estados, ningún país siente reparo, en cambio, en concertar convenios con otros países acerca de los mercados, aduanas, etc. Tal inconsecuencia es absolutamente incomprensible, puesto que los convenios acerca de cuestiones de la índole mencionada presuponen, naturalmente, que se trata, desde luego, de productos iguales y de idéntica calidad.

Sobre este punto, indica el Dr. Haegermann en su trabajo (y con razón), que ya, por de pronto, las distintas arenas normales excluyen toda posibilidad de comparación entre los resultados; sin embargo, reprueba, al mismo tiempo, los ensayos sobre probetas de pasta pura, y expone una manifiesta tendencia a inclinarse por el ensayo sobre morteros plásticos, preparados con arenas de grano mezclado, que parece ser, para él, el ideal a que debe tenderse, si se

quiere llegar a una unificación de los diversos Pliegos de Condiciones. Pero, por digna de atención que sea tal proposición, y por valiosos que sean los argumentos de Haegermann sobre este punto, del ensayo de los cementos, creo, sin embargo, que la adopción de una arena de grano mezclado y de la misma composición en todo el mundo, tiene que presentar los mismos inconvenientes y dificultades que llevan consigo las otras arenas normales.

Creo, además, que la abolición de la prueba a la tracción con mortero 1 : 3 será perjudicial. No existe, que sepamos, relación fija alguna entre las resistencias a la compresión y a la tracción, y, sin embargo, en el curso de la fabricación debería haberse procurado conseguir alguna, pues, ciertamente, la determinación de la resistencia a la tracción constituye un valioso dato para juzgar de la estabilidad de volumen de un cemento. Los cementos con resistencias a la compresión relativamente elevadas, y resistencias a la tracción desproporcionadamente bajas, son siempre sospechosos de expansión. Como, a pesar de esa tendencia, pueden cumplir de manera suficiente con los ensayos acelerados (Le Chatelier y Michaelis) de la estabilidad de volumen, estos ensayos no indican de modo bien definido muchas de las causas de expansión, por lo cual, la supresión de la prueba de la resistencia a la tracción equivale a renunciar a un indispensable coeficiente de seguridad, aunque llegase a introducirse eventualmente en las normas el ensayo de la resistencia a la flexión. Como, además, los aparatos necesarios para el ensayo de las resistencias a la tracción, son mucho menos costosos que los necesarios para la determinación de las resistencias a la compresión, y precisamente la industria del hormigón concede cada día mayor importancia al control técnico-económico, debe procurarse no complicar ni dificultar innecesariamente dicho control.

Los cementos actuales son, además, mucho más altos en cal (véanse, si no, los cementos de alta resistencia inicial), y, por consiguiente, se hallan mucho más cercanos al límite de expansión. Todas las irregularidades frecuentemente observadas en los procesos de fabricación (trituración preliminar, proceso de cocción, molturación del clinker), pueden, por consiguiente, en determinadas circunstancias, ejercer una influencia fatal, especialmente si no se dispone del ensayo a la tracción como medio de control.

Es evidente que puede prescindirse, desde luego, de las prescripciones relativas al peso específico, pues H. Kühl, en su artículo indica (y tiene mucha razón) que la deficiencia del peso específico puede ponerse de manifiesto por medio de otras pruebas. La prescripción relativa a la finura de molturación ha perdido, también, gran parte de su importancia, desde que los tamices existentes no están ya en condiciones de reflejar una imagen fiel de la composición granulométrica, especialmente en lo que atañe al polvo más fino. El valor de ese dato es sumamente problemático para los cementos de alta resistencia inicial. Lo expuesto por D. B. Butler[7] sobre este tema, en su artículo " El pasado y el presente del cemento," es muy convincente, por explicar muy razonadamente el concepto de que los aparatos de separación por aire representan un auxiliar de primer orden para el fabricante de cemento. Para citar únicamente un ejemplo, resulta un absurdo prescribir para los cementos actuales un residuo máximo del 5% al tamiz de 900 mallas. Butler, basándose en sus experiencias prácticas, ha demostrado de modo concluyente, que incluso un residuo del 1%, como el prescrito en Inglaterra, no corresponde, ya, a las circunstancias de la realidad.

Los puntos esenciales, por los que en la actualidad es determinada la calidad de un cemento, consisten, según afirma el Dr. Haegermann con mucha razón, en establecer en las normas una definición bien delimitada de lo que debe ser el cemento en cuestión, y en prescripciones adecuadas de los tiempos de

fraguado, de la estabilidad de volumen y de la resistencia. Cuando esas prescripciones son adecuadas al material correspondiente, todas las demás normas son innecesarias, o, por lo menos, de una importancia secundaria.

Los argumentos expuestos por el Dr. Haegermann acerca de la cuestión del tiempo del fraguado, pueden ser unánimemente subscritos por completo. Echa de menos, ciertamente, la recomendación de la medición de la consistencia, tal como existe, por ejemplo, en las normas suizas, austriacas y polacas, gracias a cuya introducción se confía en obtener resultados más uniformes con el aparato de Vicat, ya que cuantos han tratado de ella están de acuerdo en que ningún instrumento de medida hay que esté sujeto a importantes factores de indeterminación. Mientras no se pueda substituir por un aparato registrador automático (y para ello faltan, según todos los indicios, múltiples ensayos), será preciso conformarse, desgraciadamente, durante algún tiempo todavía, con la imperfección del aparato actual. Es posible imaginar, desde luego, que algún dia se llegue a encontrar algún dispositivo automático que guarde una determinada relacion fija con el calor desarrollado en el fraguado, o que establezca una correspondencia entre la composición química y el tiempo de fraguado del cemento. Esto parece estar aún lejos, y probablemente pasará todavía mucho tiempo, y se propondrán muchos aparatos inútiles y defectuosos, antes de llegar a ello. Es indudable que resulta indispensable la fijación de un plazo para el comienzo del fraguado. En adelante, se tendrá que tener en cuenta la cuestión, tantas veces debatida en esta Revista, del plazo erróneo del fraguado (falso fraguado), gracias a una exacta normalización del tiempo de amasado. Respecto del fin del fraguado, se podría, tal vez, prescindir de establecer una prescripción basada en las consideraciones de Haegermann; sin embargo, por razón del control del proceso de endurecimiento, parece que tal determinación puede aún ser de utilidad, ya que es sabido en cuán amplios límites acostumbran a tener lugar las oscilaciones que sobre esta materia se observan. Como precisamente los cementos adulterados, sea por agregación de puzolanas, sea por estar hechos de cal hidráulica y escorias de altos hornos, suelen presentar una desmesurada prolongación del tiempo del fraguado, es posible que en la fijación de un plazo máximo para el fin del fraguado se halle cierta posibilidad de conjeturar tales falsificaciones.

Los consumidores de cemento, que, en la mayor parte de los casos, no están en condiciones de aguardar los resultados de una prueba de 4 semanas, presentan esta objeción contra el ensayo, generalizado casi en todas partes, de la estabilidad de volumen consistente en observar si se curva o agrieta una galleta de cemento, conservada durante 28 días en agua. Los ensayos acelerados de estabilidad de volumen, que sería muy de desear se limitaran a los de Le Chatelier y Michaelis, parece que, por el contrario, no merecen todavía una absoluta confianza, y que no representan aún una garantía suficiente de que no se presentarán, con el tiempo, fenómenos de expansión.

Las manifestaciones de H. Kuhl, por ejemplo, que se muestra contrario a variar los ensayos acelerados (Australia) deberían ser tenidas en cuenta en la máxima medida posible. Por otra parte, no está nada de más, en la actualidad, dejar en vigor los ensayos acelerados a título de pruebas provisionales, y el ensayo en agua fría a 28 días como prueba definitiva. Esto no obstante, las pruebas aceleradas deben ser contrastadas con un ensayo de resistencias a plazo corto (dos o tres días) y exigir en ese ensayo una determinada relación entre las resistencias a la tracción y a la compresión, como por ejemplo, la de 1 : 10, para elevar, de este modo, los coeficientes de seguridad.

Ya se ha dicho, en lo que precede, algo acerca de los ensayos de resistencias. La cuestión más importante sería la de llegar a una decisión acerca

de si la preparación de las probetas debe hacerse mecánicamente o a mano. El sistema de preparar las probetas a mano, usual en Inglaterra y América (incluyendo en ésta el Canadá y Jamaica), aparte de ofrecer entre los diversos países que lo emplean gran diversidad de métodos, exige en los que deben llevarlo a cabo una gran práctica y habilidad manual, por lo cual debe considerarse el sistema como muy inferior al procedimiento mecánico. La garantía de uniformidad de las probetas con la preparación mecánica tiene que ser, necesariamente, mucho mayor, tanto por lo que se refiere a la cantidad de masa que entra en cada probeta, como por lo relativo a su homogeneidad (uniformidad en la distribución del cemento, arena y agua). Las manifestaciones de R. H. H. Stanger,[8] publicadas en esta misma revista, indican hasta qué punto se tiene la impresión (incluso en Inglaterra) de que es recomendable la adopción del aparato de martillos en las normas inglesas, para evitar las irregularidades de preparación. Asímismo, en la discusión[9] originada por una conferencia de D. B. Butler, en la que se trató de este tema, se pudo observar en varios puntos el deseo de que las normas inglesas sean más adelante revisadas, en materia de que la preparación de las probetas se lleve a cabo mecánicamente. Si se decidiese en Inglaterra la adopción obligatoria de la preparación mecánica de las probetas, se habría dado un importante paso hacia la unificación de las normas, especialmente si se tiene en cuenta el crédito moral que posee Inglaterra como país donde nació la industria del cemento Portland. No puede, además, caber duda alguna de que seguirían el ejemplo de Inglaterra, el Canadá y Jamaica con toda seguridad, y los Estados Unidos probablemente. Australia ha prescrito, desde hace ya mucho tiempo, en sus normas, la preparación mecánica de las probetas. Al elegir entre el aparato de martillos y el mazo Klebe, debería darse la preferencia al primero, en atención a que el apisonado con el mazo es irregularmente más fuerte, y no se aproxima tanto a las condiciones de la práctica como el apisonado llevado a cabo con el aparato de martillos.

Debería procurarse una imitación, lo más aproximada posible, de las circunstancias de la práctica constructiva, en tanto que ésto no lesionase la precisión del ensayo. Partiendo de esta base, parece ser conveniente proponer la abolición de la prueba a la tracción en pasta pura. El cemento no se emplea en obra nunca puro, y, en cambio, el espíritu de los ensayos normales es el de que la industria que aplica el cemento pueda hallar en sus resultados una indicación de la calidad del producto. Las objeciones de que lo que debe ser ensayado es el cemento, y no un mortero, y de que, además, la prueba a la tracción en probetas de pasta pura hace más fácil la diferenciación de las variedades o mixtificaciones del cemento, no pueden ser consideradas como verdaderamente sólidas en lo tocante a los puntos mencionados, pues, en primer término la definición del Portland bien entendida protege, ya por sí sola, contra las adulteraciones, y luego, la preparación de probetas de pasta pura exentas de grietas de contracción presenta sus dificultades, y, finalmente, la relación o correspondencia que, a mi modo de ver, hay que prescribir entre las resistencias a la tracción y a la compresión, sobre cuyo punto se ha dicho ya antes lo necesario, constituye una garantía más de protección.

Junto a esa unificación, deben, asímismo, unificarse los plazos a que se efectúan los ensayos. El acuerdo es casi general acerca del ensayo a 7 y a 28 días. Sin embargo, en el porvenir, y en interés de la industria que utiliza el cemento, deberá indispensablemente emplearse el ensayo a 3 días. En este punto no parece difícil lograr la unificación. Lo contrario ocurriría si, como ya se ha hecho en Austria y se ha propuesto en Inglaterra, se tratase de substituir con aquella prueba la de 28 días, que en tal caso se suprimiría.

Respecto de la cuestión de qué clase de resistencias deben ser determinadas, no es posible dudar de que, tanto la resistencia a la tracción como la resistencia a la compresión suministran datos acerca de valiosas cualidades del cemento. Considero, según mi opinión particular, que para no complicar innecesariamente el procedimiento, y no hacer el ensayo demasiado pesado y costoso, debe prescindirse del ensayo de resistencias a la flexión. Me induce a pensar así la consideración de que la resistencia a la flexión no representa ninguna clase de esfuerzo simple, sino que consiste en una combinación de compresión y tracción. Es muy satisfactorio ver que en Inglaterra se está prestando recientemente mucha atención al ensayo a la compresión, cosa que se ha puesto de manifiesto, sobre todo, en la discusión antes citada. La probabilidad de que en dicha materia se pueda llegar a una unificación estriba, pues, indudablemente, en la buena voluntad de los interesados en el asunto.

El Dr. Haegermann se promete mucho del ensayo con morteros plásticos. Es indudable que éstos tienen en su favor argumentos de peso, entre los que pueden ser citados, especialmente, el de la analogía de circunstancias y condiciones entre las de la preparación de las probetas y las de la construcción práctica; así como, también, el de la posibilidad de prescindir de aparatos mecánicos en la preparación de dichas probetas. Las resistencias obtenidas en el ensayo de morteros plásticos son, desde luego, inferiores a las obtenidas con morteros de consistencia de tierra húmeda. Esto no es, ni puede ser, ningún inconveniente. Muchas veces, en los últimos años, se ha exagerado algo tendenciosamente la importancia de las resistencias a la compresión, especialmente respecto de la resistencia a la tracción, que no ha experimentado aumentos del mismo grado. La mayor dificultad que se opone a la adopción del ensayo sobre morteros plásticos puede estribar en el llegar a una unidad de criterio acerca de la arena de grano mezclado y para adoptar una de la misma clase e idéntica composición química para todo el mundo, ya que, aún en el caso de que recayese sobre tal ensayo un acuerdo internacional, difícilmente los demás países podrían conformarse a que un solo país monopolizase esa arena normal para siempre.

La importancia de la dosis de agua y de la clase de consistencia ha sido ponderada, no sólo por R. H. H. Stanger,[10] sino también por el Dr. Haegermann.[11] Volveremos sobre este punto en nuevo artículo, ya que, con motivo de la discusión suscitada en el número 1 de este año, seguirán nuevas colaboraciones sobre el mismo tema, y habrá oportunidad para inclinarse hacia una u otra.

El autor de estas líneas propuso,[12] ya en 1928, unas normas unitarias. Es satisfactorio que ahora, con la publicación en 4 idiomas de esta Revista, se haya creado un centro de discusión, en el que parecen encauzarse esos problemas. Es indudable que, en todo el mundo, se siente interés por estas cuestiones, y aún parece posible llegar a unificar métodos que, en la actualidad, son todavía sumamente divergentes. Habría que renunciar a la preferencia por tal o cual tendencia sobre tal o cual otra de las prescripciones de las normas del propio país, o bien se deberían crear (ya que no se puede lograr una unificación) normas internacionales, que en todos los países se hallasen en vigor, junto con las normas nacionales, para los cementos importados del extranjero.

Tal solución sería aceptable a título de fase, o período de transición, ya que, a mi modo de ver, sólo puede irse a la unificación de manera gradual, y de ningún modo queriéndola realizar de hoy a mañana.

A la " Agrupación Internacional para el ensayo de materiales técnicos " se presenta aquí una misión extremadamente beneficiosa, cuya solución le agradecerán en gran manera, tanto los fabricantes de cemento como los vendedores y consumidores de dicho producto.

Bibliografía.

[1] ZEMENT, No. 45 (1927), págs. 1067/1073; No. 36 (1928), págs. 1335/1336; ROCK PRODUCTS, Chicago, 21-1-1928, pág. 97; CONCRETE, Chicago, tomo 32, No. 2 (1928), págs. 103/108; THE JOURNAL OF THE SOCIETY OF CHEMICAL INDUSTRY, Japón, tomo 32, No. 8 (1929), págs. 797/807.

[2] V. C. Davis, " A Hundred Years of Portland Cement, 1824/1924," pág. 191 y siguientes; Edición: Concrete Publications, Ltd, 20, Dartmouth Street, London, S.W.1.

[3] ZEMENT, No. 34 (1927), págs. 753/757; el mismo trabajo se publicó también en la revista norteamericana ROCK PRODUCTS, Chicago.

[4] ZEMENT, No. 49 (1929), pág. 1426

[5] " Los métodos de ensayo del cemento," CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 3, No. 1 (1930).

[6] CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 3, No 1 (1930).

[7] CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 3, No. 2 (1930).

[8] " El ensayo del cemento Portland," CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 1, No. 1 (1928), págs. 14/15.

[9] " El porvenir del ensayo del cemento," CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 2 (1929), págs. 62/64.

[10] CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 1, No 1 (1928), págs. 13/14

[11] CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, tomo 3, No. 1 (1930)

[12] ZEMENT, No. 36 (1928), págs 1335/1336

La entropia del cemento Portland.

por GEOFFREY MARTIN.

Los ingenieros prácticos no suelen olvidar el hecho de que, cuando están trabajando con hogares en los que se hace experimentar a las substancias cambios físicos y químicos, no es solamente la cantidad de calor lo que debe tenerse en cuenta, sino aún más la presión térmica (o temperatura, como la llaman los físicos), en que el calor es entregado a dicha substancia. Por ejemplo, 100 calorías, disponibles a una presión térmica de 100° C, son mucho menos valiosas que 100 calorías disponibles, por ejemplo, a 1125° C En el primer caso, dichas 100 calorías no producirán ningún clinker de cemento, y en el otro caso, las 100 calorías pueden convertirse en una cantidad equivalente de clinker.

El balance térmico usual del horno rotatorio no posee casi ningún valor desde el punto de vista técnico, porque las cantidades de calor están todas expresadas en determinado número de calorías, sin hacer mención de si dichas calorías están disponibles a una presión térmica, o temperatura, alta o baja.

Por ejemplo, cuando la temperatura de la llama es de tan sólo 805° C, es necesario quemar una cantidad inmensa de carbón para producir un gramo de clinker, mientras que cuando la temperatura de la llama ha alcanzado su límite máximo de 2,966° C, podemos producir 100 t. de clinker con un consumo de tan sólo 6.36 t. de carbón standard. Con una temperatura de la llama de 1,425° C podríamos producir 100 t. de clinker mediante la combustión de 24.8 t. de carbón standard.

El autor sostiene que, por ignorar ese factor, se ha retrasado en gran manera el progreso de la construccion de hornos de cemento durante estos últimos treinta años, y se han llevado a cabo muchos y costosos experimentos, que de antemano estaban condenados al fracaso, por no haber tenido en cuenta los constructores esos principios fundamentales de Termodinámica.

VARIACION DE LA ENTROPIA EN LOS MATERIALES SÓLIDOS, QUE TIENE LUGAR AL PRODUCIR 453 G. DE CLINKER DE CEMENTO PORTLAND, TOMANDO COMO CERO LA ENTROPIA DE DICHA CANTIDAD DE CEMENTO A 0° C.

Temperatura		Entropia Φ en "Ranks"	Observaciones.	Variación total de la entropia durante las diferentes fases.	Variación total de la entropia según diferentes zonas.
t °C.	T °K.				
0	273	0 00	—	+ 0.128	Zona de desecación 0.124
100	373	0 124	—		
100	373	0.124 al principio de 100 C.	Desprendimiento de agua por la silice hidratada	+ 0.006	—
		0.130 al final de 100° C.			
100	373				Zona de calentamiento previo 0.447
155 5	428 5	0 189			
211 1	484 1	0 238			
266 6	539 6	0 282			
322.2	595.2	0 322			
377 7	650.7	0.358			
433 3	706.3	0.391			
488.8	761 8	0 422			
544.4	817 4	0 450			
600	873	0 477 al principio de los 600° C.	Desprendimiento de agua por el caolín	+ 0 009	
		0 486 al final de los 600 C.			
655.5	928.5	0.510			
711.1	984.1	0 534			
766.6	1039 6	0 556			
805	1078	0 591			
805	1078	0.591 al principio de los 805° C	Desprendimiento de CO_2 por el carbonato cálcico	+ 0.418	Zona de descarbonatación 0.418
		0 989 al final de los 805° C.			
805	1078	0 989		—	Zona de vitrificación 0.0582
860.5	1133.5	1.0033		—	
916.1	1189.1	1.0168		—	
971.6	1244.6	1.0297		—	
1027.2	1300.2	1 0420		—	
1082.7	1355.7	1.0539		—	
1138.3	1411.3	1.0651		—	
1193.8	1466.8	1.0761		—	
1249.4	1522.4	1.0864		—	
1305	1578	1.0967		—	
1360.5	1633 5	1.1063		—	
1370	1643	1.1080		—	
1370	1643	1.1080 al principio de los 1370 °C.	Desprendimiento de calor debido a la reaccion exotérmica de la formación del clinker.	−0.0608	
		1.0472 al final de los 1370 °C.			

Los físico-matemáticos expresan el hecho de que, no solamente tiene importancia la cantidad de calor, sino también la presión térmica, o temperatura a que se aplica, introduciendo el concepto de la " entropia." La variación de entropia de una substancia se mide por la cantidad de calor que pasa a la substancia, dividida por la temperatura absoluta a la cual pasa a ella. En el lenguaje matemático, si Φ es la variación de entropia, Q la cantidad de calor, y T la temperatura absoluta, tendremos que

$$\Phi = \int \frac{d\,Q}{T}.$$

Las unidades de entropia se denominan " Ranks," del nombre del ingeniero Rankine, quien desarrolló ampliamente el concepto de la entropia, aplicado al estudio de las máquinas de vapor y de las calderas.

El concepto de la entropia es de importancia primordial para el ingeniero especializado en vapor. Gracias a él, se resuelven fácil y rápidamente problemas en la ingeniería del vapor que sería difícil, si no imposible, resolver por ningún otro procedimiento.

Los progresos fundamentales en el estudio de calderas, hogares y máquinas de vapor, realizados en los tiempos modernos, han arrancado en gran parte del concepto de la entropia y del de la energía disponible. Las tablas de entropia, publicadas por el Profesor Callendar y por otros autores en estos últimos años, han suministrado los datos necesarios a todos los ingenieros especialistas en vapor. De no menor importancia para el acertado proyecto de los hornos de cemento es el conocimiento de la magnitud de las variaciones de entropia que tienen lugar en diferentes momentos de la formación del clinker de cemento.

Los cálculos realizados sobre la termodinámica de la formación del cemento prueban que, a base de un plan termodinámico adecuado, un horno ideal podría producir 100 t. de clinker de cemento, mediante la combustión de 6.36 t. de carbón standard (de 7,000 calorías), y que modificando la disposición de los hornos para adaptarlos a las variaciones de entropia en el crudo en los distintos puntos del horno, podrían construirse hornos de mucho mayor rendimiento que los actualmente existentes. Los proyectistas prácticos de hornos, que estén familiarizados con la teoría termodinámica, acogerán probablemente con satisfacción la tabla siguiente, en la cual he calculado la variación de entropia de los materiales sólidos, al tomar como cero la entropia de 453 g. a 0° C. Que yo sepa, ésta es la primera vez que se calculan estas tablas para la industria del cemento. Sin duda, en el porvenir se obtendrán tablas de mayor precisión, cuando los datos térmicos referentes a la formación del cemento se hayan determinado con mayor exactitud.

La industria alemana del cemento en el año 1929.

CON motivo de la Asamblea de Fabricantes de la Liga Alemana del Cemento, el Presidente de la Liga, Dr. H. P. Riepert, el 27 de febrero de 1930 expuso lo siguiente acerca del pasado año económico.

Así como en 1928 la industria alemana del cemento alcanzó una venta total de 8,5 millones de toneladas (comprendiendo en ella la de las fábricas libres) el año 1929, a causa de su crudísimo invierno, trajo consigo una casi total paralización del mercado, a la que siguió un período de actividad hasta entonces nunca alcanzada. Así, pues, si el año 1928 se caracterizó por un aumento gradual y progresivo de las ventas, el año 1929 se ha caracterizado, en cambio, por el extremado contraste entre sus dos épocas.

Aunque las ventas de las fábricas agrupadas fueron en 1929 unas 500,000 t

más reducidas (alrededor de un 7%) que en el año precedente, se alcanzó, no obstante, una venta total de 8,44 millones de toneladas, cosa que se explica por el aumento de ventas de las fábricas de cemento natural y de las fábricas libres de cemento Portland. El consumo interior de Alemania alcanzó 7,37 millones de toneladas.

El mercado exterior del cemento, comparado con el de 1928, tomó también un giro desfavorable, como se observa en el siguiente cuadro:

	1928	1929
Importación en Alemania	144,000 t	154,000 t
Exportación alemana . .	1,090,000 t	1,070,000 t

A pesar del aumento que en 1929 sufrieron los precios de coste (carbones y salarios), fué posible mantener invariables los precios de la Agrupación, si bien en la lucha contra la competencia extranjera, la de las fábricas libres y la de los cementos naturales, hubo zonas o regiones muy combatidas, en las que hubo que conceder algunas rebajas.

La situación económica actual merece calificarse más bien de desfavorable, ya que, a pesar del invierno, que ha sido este año mucho menos frío que el año pasado, existen 2,5 millones de obreros sin trabajo, y además, los contratos para el Estado, las Provincias y los Municipios en 1930, representan importes inferiores a los del año precedente.

La industria alemana del cemento tomará parte en la fundación de la Oficina Internacional del Cemento, propuesta en La Haya. No se trata de una organización comercial de ventas, sino de una cámara de comercio, que reunirá datos estadísticos y que recogerá las iniciativas y estímulos de interés general, y ofrecerá oportunidad y ocasión a que se establezca un contacto mutuo directo, de acuerdo con las necesidades.

En la Asamblea antes citada se trataron, luego, ya sólo cuestiones económicas de carácter general, y que, por consiguiente, no ofrecen interés fuera de Alemania, ya que corresponden a las circunstancias específicas de la construcción en Alemania, y a su fomento y estímulo.

El transporte y la elevación en las fábricas de cemento.

por A. C. DAVIS, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

DIRECTOR DE FÁBRICAS DE LA ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.

MUCHOS de los procesos de la fabricación del cemento Portland requieren, a menudo, gran número de operaciones de elevación, transporte y acarreo. El transporte de las primeras materias desde las canteras suele realizarse por vía férrea o por cable, pero luego las primeras materias deben transportarse desde el depósito preliminar a los molinos, desde éstos a los silos o mezcladores, y después a los hornos; el clinker debe ser llevado desde los hornos hasta los depósitos y desde los depósitos hasta los molinos; el cemento acabado, desde los molinos al almacén, los silos, o donde sea, etc. En muchas de las fases del proceso es necesario, además, elevar el material.

Tratándose de primeras materias blandas, mezcladas por la vía húmeda, la greda y arcilla suelen verterse directamente en el molino desleidor preliminar, pero para materiales secos, los transportadores desde el almacén acostumbran a ser del tipo de cinta o de correa (fig. 1, pág. 681) en forma acanalada cuando sea necesario para aumentar su capacidad, y descubiertos; a causa de la naturaleza del material no hay necesidad de cubrirlos. Algunas veces se

instalan los transportadores con una cierta inclinación, cuando la altura a ganar es pequeña, a fin de que puedan servir a la vez de elevadores y de transportadores. La inclinación máxima para trabajar en esta forma sería de 30°, pero siempre que sea posible, debe evitarse una inclinación tan marcada. La velocidad lineal corriente sería, por ejemplo, de 60 m. por minuto para las correas inclinadas, y de hasta 105 ó 120 m. por minuto para las correas horizontales.

La alimentación de los transportadores de correa se realiza habitualmente por medio de un dispositivo mecánico (fig. 2, pág. 682), con objeto de obtener una capa de material de espesor uniforme, y las correas están provistas de unas tablas de retención en una distancia de 1.80 a 3 m., en el extremo de alimentación, para impedir la pérdida de material. Las correas que llevan mucho peso se apoyan sobre rodillos que están a 90 ó 120 cm. de distancia uno de otro; esta dimensión puede aumentarse si las correas van menos cargadas. La descarga se realiza, corrientemente, pero no imprescindiblemente, al extremo de la correa, vertiéndose el material en un conducto que va a parar a una tolva, o en otra forma, si así conviniera. Se han dispuesto descargadores intermedios, para los casos en que el material ha de verterse a uno u otro lado de la correa, en cualquier punto intermedio. Este dispositivo descargador es movible, y va montado sobre ruedas, que a su vez se apoyan sobre la misma estructura que los rodillos de la correa (fig. 3, pág. 682).

El accionamiento se realiza mediante un motor eléctrico con engranaje de reducción, o por una correa y engranaje cilíndrico. El extremo de accionamiento suele ir fijo a la estructura de soporte; la disposición de ajuste para la variación de longitud de la correa, etc., suele hallarse al extremo opuesto. Si la variación de temperatura del material transportado es pequeña, solamente hará falta un ajuste por tornillo, pero si, en cambio, la variación de temperatura es considerable, debe disponerse un ajuste automático, generalmente por medio de un fuerte contrapeso.

La fig. 4 (pág. 681) reproduce un transportador de correa que acarrea primeras materias, en distintas posiciones: (*a*) el extremo de alimentación con la tolva y tablas de retención; (*b*) el extremo de descarga; (*c*) un descargador intermedio; (*d*) una sección transversal por \ \, que muestra el acanalado de la correa.

Los elevadores son generalmente del tipo de cangilones, que trabajan con armaduras totalmente cerradas. Cuando el material es muy desgastador, suelen más bien emplearse correas como elemento elástico, pero si el material no fuera tan áspero, se emplearían cadenas articuladas. Las correas pueden ser tejidas o de lona, con tantos espesores como sea necesario para la carga, trabajo y fuerza. Si el material produce mucho desgaste, las correas de lona deben protegerse con una capa de caucho por ambas caras. Los cangilones pueden disponerse a distancias de 30 a 90 cm. de centro a centro; cuando el trabajo no es muy pesado, puede adoptarse el tamaño ancho, pero cuando el trabajo es duro, conviene la distancia menor. Para trabajo sumamente intenso, podrá resultar necesario colocar los cangilones tan próximos el uno al otro como sea posible, con tal que no se estorben unos a otros en la descarga

Los elevadores de tipo de cadena se adoptan para las cargas más pesadas, hasta 200 t. por hora. En estas condiciones, la capacidad del cangilón debe ser grande, los cangilones deben estar muy contiguos entre sí para obtener una descarga continua, y la cadena debe ser muy fuerte.

Cuando se usan correas, la velocidad puede ser de hasta 120 a 135 m. por minuto, dependiendo la velocidad exacta del diámetro de la polea de cabeza. Al emplear cadenas, las velocidades deben ser muy inferiores a esta cifra. Es más fácil aprovechar el efecto de la fuerza centrífuga para la descarga al emplear correas que con las cadenas.

El borde de la cabeza del elevador representa un papel muy importante para la regulación de la descarga de cualquier tipo de elevador. La arista de dicho borde debe hallarse en posición tal con respecto al cangilón, que al empezar éste su movimiento descendente, el retorno de material sea el mínimo posible.

La fig. 5 (pág. 685) reproduce dos aspectos de un elevador de tipo de cangilones: (*a*) el material entrando en el recipiente receptor, siendo recogido de allí por los cangilones; (*b*) la parte superior, con la descarga y las placas del reborde.

Tratándose de material acabado, o parcialmente acabado, se aplican los mismos principios generales, pero el trabajo puede efectuarse de distinto modo. Para el clinker acostumbran a usarse transportadores de cangilones (fig. 6, pág. 686) y de sacudidas (fig. 7, pág. 686). En el material crudo, la cantidad de " finos " es muy reducida, y por lo general, no siempre es necesario encerrar los elevadores ni los transportadores. Además, no es posible utilizar transportadores de tornillo para ese trabajo, a causa del gran desgaste que sufrirían. En los últimos procesos de la fabricación se emplean transportadores de tornillo, por razón de la facilidad con que pueden encerrarse totalmente, y por su funcionamiento que no produce polvo.

Los transportadores de tornillo se fabrican en tamaños desde 15 a 60 y aún 75 cm. de diámetro, si la cantidad de material para transportar es suficiente para justificar estas dimensiones. Generalmente, el eje central se fabrica de tubo fuerte de acero, estirado en frío. Las hojas o planchas helicoidales se adaptan a este tubo por soldadura, a bien por medio de pernos de forma especial, de cabeza embutida. La longitud corriente de cada trozo de tornillo es de 3 a 3.60 m., agregándose los sucesivos trozos por medio de un eje de soporte, que a su vez se apoya sobre cojinetes fijos a la caja dentro de la cual gira el tornillo, o apoyados en ella. Esta caja puede ser, bien de plancha de acero, bien de hierro fundido; pero si el tornillo tiene que estar al nivel del suelo, o por debajo de él, la caja puede ser de hormigón moldeado en su mismo emplazamiento, haciéndose de la misma manera los soportes de los cojinetes.

La fig. 8 (pág. 687) reproduce un transportador de tornillo típico: (*a*) sección longitudinal; (*b*) sección transversal que permite ver la caja de acero dulce; (*c*) una sección similar en caja de hormigón.

La velocidad habitual de los tornillos transportadores varía entre 100 r.p.m. para los tamaños pequeños hasta, por ejemplo, 50 r.p.m., para el tamaño de 37.5 cm., y de por ejemplo, 30 r.p.m., para el tamaño de 60 cm. El tamaño de 15 cm., a una velocidad adecuada, transportaría sin dificultad hasta 5 t. por hora; el de 60 cm. transportaría hasta 100 t. por hora. A causa del estado constante de agitación del tornillo, es necesario encerrarlo totalmente, sea cual fuere el tipo de caja. Las cajas de acero dulce suelen tener una tapa de plancha de acero, sujeta con pernos a los bordes de la caja, doblados en ángulo. Cuando se trata de cajas de hormigón, suele cubrirse el tornillo con una plancha de unas placas cuadriculadas de pavimento, de un peso, por ejemplo, de 50 a 60 kgs. por cm^2; este peso es suficiente para mantener dicha plancha de pavimento en su sitio.

Es conveniente mantener limpia de polvo la atmósfera circundante, y para realizarlo, puede crearse en la caja del transportador, sea de acero u hormigón, una ligera depresión, por medio de un ventilador. Este ventilador aspira de la caja toda la cantidad de aire necesario para producir una ligera aspiración de aire por las rendijas. Algunas veces, la caja tiene forma de una artesa invertida, formando de esta manera una especie de caperuza, y aumentando el espacio de aire.

Raramente se emplean transportadores de cinta para el cemento acabado, a causa del polvo que se levanta de esta manera en la descarga. Al adoptar

este tipo de transportador, es preciso al afecto encerrar totalmente, tanto el extremo de descarga como el de alimentación, para reducir la molestia del polvo.

Los elevadores, especialmente los de los tamaños mayores, van mal cuando tienen que transportar material que contenga mucha cantidad de polvo impalpable. Siempre que sea posible, deberán ser del tipo de cangilones continuos (fig. 9, pág. 688), trabajando a velocidad relativamente reducida, y obteniéndose la capacidad más bien por medio del tamaño de los cangilones que por su velocidad. Para este trabajo suelen emplearse las cintas articuladas, y el desgaste ha demostrado no ser excesivo. Los materiales más frecuentemente empleados son unos eslabones de hierro maleable, con manguitos y pernos de acero al manganeso; el trabajo de las piezas hechas con estos materiales ha demostrado ser satisfactorio.

Desde que para el almacenaje del cemento acabado se han puesto a la orden del día los silos, se ha presentado una nueva dificultad, consistente en la altura extraordinaria a que hay que elevar el cemento. Los silos llegan a menudo a tener hasta 30 m., de altura, y aun cuando es posible proyectar un elevador para transportar a una altura de 30 m., probablemente resultaría más conveniente recorrer la altura total por medio de dos elevadores; y entonces se dispondría la descarga del elevador inferior de modo que vertiese en el recipiente receptor del elevador superior.

Para realizar la elevación a los silos, existen actualmente dos métodos neumáticos de transportar el polvo impalpable: (1) la bomba Fuller-Kinyon, en la que la presión del aire es mayor que la de la atmósfera; y (2) el sistema de transporte F.L.S., en el cual la presión del aire es inferior a la de la atmósfera. Para ambos se usan tuberías de acero dulce, y el cemento se transporta por dichas tuberías, después de mezclado con la cantidad conveniente de aire. La cantidad de aire necesaria será de unos 8 a 20 m^3 de aire por tonelada de cemento; la cantidad dependerá de las condiciones de funcionamiento.

La bomba Fuller-Kinyon está hecha con una sólida espiral, que gira a gran velocidad en una caja totalmente cerrada. El cemento se introduce en la caja por el extremo de admisión de la espiral, siendo descargado en la tubería situada al extremo opuesto; al descargarse, se mezcla íntimamente con el aire comprimido por medio de una platina con gran número de agujeros. Como la dirección de la corriente de aire está de acuerdo con la corriente que se desea para el cemento, la mezcla de aire y cemento corre así a gran velocidad (18 a 24 m. por segundo) por la tubería, y se descarga al extremo opuesto. No presenta ninguna dificultad el transporte por una tubería vertical; pero, sin embargo, pueden encontrarse tropiezos en el transporte por una tubería muy inclinada u horizontal, a causa de la tendencia a rezagarse si la velocidad o cantidad de aire son demasiado reducidas. La velocidad de 18 m. por segundo es probablemente el límite, pasado el cual el aparato funciona mal, y solamente debe adoptarse para tuberías muy cortas. La velocidad de 24 m. por segundo parece la más segura para la mayoría de las circunstancias, pero en tuberías muy largas, deben aumentarse tanto la cantidad como la velocidad. Este medio de transporte se ha adoptado ya para tuberías de hasta 915 m. de longitud. El sistema resulta especialmente ventajoso para líneas de transporte que no son rectas, y por este motivo puede emplearse frecuentemente en circunstancias en las que resultarían imposibles los sistemas corrientes de elevadores y transportadores.

La fig. 11 (pág. 690) reproduce una de dichas bombas, y la fig. 10 (pág. 689), es una sección de la misma: (*a*) caja; (*b*) admisión; (*c*) espiral; (*d*) motor accionador; (*e*) acoplamiento; (*f*) anillo de aire; (*g*) abertura de descarga; (*h*) principio de la tubería.

El consumo de energía y coste de este método resultan elevados, naturalmente, para cortos recorridos de transporte, pero cuando la distancia es considerable, y las dificultades son excepcionales, en muchos casos ha resultado económico y satisfactorio. El aire comprimido resulta conveniente para muchas operaciones, y especialmente para las que acabamos de mencionar, pero a causa del reducido rendimiento del compresor, resulta de producción costosa.

El sistema F.L.S. está basado en un principio diferente. Suele comprender dos recipientes, cada uno de ellos de 2 a 3 t. de capacidad, según sea la capacidad de la fábrica. Cada recipiente está conectado, por una serie de tuberías y válvulas, al depósito o recipiente que se desea vaciar, al silo o almacén que se quiere llenar, a un aspirador, a un compresor, y a la tubería. Los aspiradores llenan alternativamente los recipientes, desde el silo o tanque. Se vacían de la misma manera mediante el compresor, realizándose la descarga en el almacén o silo. Disponiendo de dos recipientes, el procedimiento resulta casi continuo, pues mientras uno de los recipientes se está llenando por el aspirador, el otro se vacía por medio del compresor. Precisa cierta cantidad de cuidado y atención para evitar los escapes por una u otra de las numerosas válvulas y tuberías.

Este método de transporte está más o menos en su infancia todavía, pero ya ha demostrado poder transportar de 30 a 40 t. por hora de esta manera. En Inglaterra se están instalando algunas fábricas a base de este sistema.

En el método Fuller-Kinyon, el cemento se introduce en la bomba por medios externos, y la espiral-bomba, junto con el aire comprimido, realizan el transporte. En el sistema F.L.S., el cemento se introduce en el recipiente por la corriente del aspirador, y la descarga se realiza mediante el compresor. No se conocen aún cifras generales del consumo de energía por este último procedimiento. Para la instalación de bombas, el consumo de energía puede calcularse comprendido entre 3 a 5 C.V. por t., para una altura de elevación de 30 m., con una longitud total de tubería de 150 ó 180 m.

El reciente desarrollo de la industria japonesa del cemento Portland.

En un trabajo de regular extensión, M. Mitsuzo Fujii trata de la situación actual de la industria japonesa del cemento, sobre la cual se han publicado ya diversos artículos en esta revista.* Los detalles que el lector todavía no conoce se refieren, por una parte, a la calidad del cemento japonés, caracterizada por las normas, y por otra parte, al desarrollo económico y a la organización estructural de la Industria.

Las primeras normas japonesas fueron declaradas obligatorias en 1905 por decreto del ministerio de Agricultura y Comercio. A partir de aquella fecha, esas normas han sido revisadas tres veces (1909, 1919, 1927). La Tabla I da un resumen del desarrollo de las prescripciones contenidas en las normas.

Las bajísimas resistencias prescritas hasta 1919 eran debidas al empleo que se exigía de la arena normal de Tokio, compuesta de granos de dos tamaños, y se obtenía triturando y tamizando cuarcita pura entre los tamices de 64, 144 y 225 mallas por cm². Una vez adoptada la arena normal de Soma (arena cuarzosa de grano único, separada entre los tamices de 64 y 144 mallas) se obtuvo una resistencia mucho más elevada, que por primera vez fué tenida en

* "Cement and Cement Manufacture," Vol. II, No. 7 (1929), págs. 204/205; Vol. III, No. 2 (1930), págs. 395/400.

TABLA I.

Fechas.	Peso específico.	Finura de molido. Mallas por cm².	Finura de molido. Residuo. %	Fraguado. Temperatura del local en °C.	Fraguado. Principio.	Fraguado. Fin.	Estabilidad de volumen.
Feb. 1905 -	—	900	10	—	1 h	10 h	Ensayo sobre galletas, a la ebullición y sobre la plancha caliente.
Dic. 1909 -	—	900	5		1 h	10 h	Ensayo sobre galletas y a la ebullición.
Jun. 1919 -	3.05	900	3	-	1 h	10 h	Ensayo sobre galletas y a la ebullición.
Abr. 1927 -	3.05	4900	17	15- 25	1 h	10 h	Ensayo sobre galletas y a la ebullición.

Fechas.	Resistencia a la tracción. kg/cm². Pasta pura 1 + 6	Resistencia a la tracción. kg/cm². 1 : 3 1 + 01	1 + 27	Resistencia a la compresión kg/cm² 1 + 27 días.	Arena normal	Análisis. Pérdida al fuego.	Análisis. MgO	Análisis. SO_3.
Feb. 1905 -	25	7	15	120	Tokío		3	2.0 ; 1.5 para obras marítimas
Dic. 1909 -	25	8	16	120	,,	-	3	,,
Jun. 1910 -	30	10	18	140	,,	5	5	2.5 ; 1.5 para obras marítimas
Abr. 1927 -	40	14	21	210	Soma	4	3	2.0

cuenta en las normas de abril de 1927. El resumen siguiente da una idea aproximada de la clase de la arena normal que ahora se emplea en el Japón, y de las resistencias que con ella se obtienen, en comparación con la arena normal alemana y norteamericana.

	Tracción.	Compresión.
Arena normal japonesa	100	100
Arena normal alemana	97.2	96
Arena normal norteamericana	103.8	107.2

Como, por ahora, no hay en el Japón ningún Laboratorio oficial donde puedan efectuarse los ensayos del cemento, para poder juzgar de la calidad efectiva de los cementos japoneses, hay que recurrir a las investigaciones de los miembros

de la Asociacion Tecnica Japonesa de Fabricantes de Cemento Portland La tabla II da una idea aproximada de la elevacion de calidad desde 1924

Observemos como caracteristica notable la dosis relativamente alta de silice, la baja dosis de alumina, y las elevadas resistencias actuales

TABLA II

Fecha de los ensayos	1 er Junio 1924	Enero 1928
Numero de cementos	31	28
Finura de molido (4900)	100 4 %	97 %
Peso especifico		
desecado al aire	3 121	3 144
calcinado	3 166	3 181
Tiempo de fraguado		
Dosis de agua %	25 1	25 9
Principio	3 h 49 min	2 h 53 min
Fin	7 h 09 min	4 h 31 min
Temperatura del local en C	16 6	20 0
Resistencia a la traccion en kg/cm²		
Pasta Pura 1 + 6 dias	64 9	76 4
Mortero de cem 1 3 — 1 + 2 dias		25 7
Mortero de cem 1 3 — 1 + 6 dias	24 7	33 1
Mortero de cem 1 3 — 1 + 27 dias	30 9	38 5
Resistencia a la compresion, en kg/cm²		
Mortero de cem 1 3 — 1 + 2 dias		32 0
Mortero de cem 1 3 — 1 + 6 dias	256 0	411 7
Mortero de cem 1 3 — 1 + 27 dias	355 0	562 5
Mortero de cem 1 3 — 1 + 6 + 27 dias		636 4
Temperatura del agua en C		18 2
Arena normal	Somt	Somt
Analisis quimico		
Perdida al fuego	1 42 %	1 09 %
Residuo insoluble	0 53 %	0 36 %
Silice	21 30 %	22 09 %
Alumina	6 77 %	5 66 %
Oxido de hierro	3 32 %	3 16 %
Cal	63 00 %	64 79 %
Magnesia	1 25 %	1 20 %
Anhidrido sulfurico	1 27 %	1 23 %
Modulos		
SiO_2/Al_2O_3	3 29	3 90
SiO_2/R_2O_3	2 21	2 50
Al_2O_3/Fe_2O_3	2 04	1 79
Modulo hidraulico	1 92	2 07

El hecho de que los cementos japoneses alcancen mas del doble de las resistencias prescritas por las normas ha inducido a la mencionada Asociación a proponer en octubre de 1928 una nueva revisión de las Normas, a base de las siguientes modificaciones —

(1) Finura de molido 12% de residuo sobre el tamiz de 4900 mallas

	Resistencias a los	Resistencia a la traccion 1 : 3	Resistencia a la compresion 1 : 3
(2)	1 + 2 dias	15 kg/cm²	150 kg cm²
	1 + 6 „	20 kg/cm	220 kg/cm²
	1 + 27 „	25 kg/cm²	300 kg cm

Por lo que se refiere a la organización y desarrollo económico de la industria japonesa del cemento Portland, obedece a tres agrupaciones y a sus distintas misiones. Se trata de (1) la Agrupación técnica de Fabricantes Japoneses de Cemento Portland, (2) la Asociacion Japonesa del cemento Portland, (3) la Liga Japonesa del Cemento. La Agrupacion técnica es una organización científica, a la que están asociadas casi todas las fabricas, y que existe desde 1909. La Agrupacion ha fundado tres sub-comisiones (Comision de normas, Comision de la arena normal y Comision del hormigon), que en las asambleas generales dan a conocer las comunicaciones y notas de los miembros o asociados. Las misiones mas importantes de la Agrupacion fueron la reduccion de un metodo unificado de ensayos, y la del establecimiento de la actual arena normal.

La Asociacion japonesa del cemento Portland fundada en 1910, que en 1928 celebro en Osaka su 18ª Asamblea General se ocupa principalmente en la propaganda en favor del empleo del cemento.

Casi todas las fabricas estan afiliadas a la Liga japonesa del cemento. Es una organizacion de caracter puramente economico que cada tres meses fija los cupos de produccion. Gracias a esta organizacion "cartelistica," cuyo arraigo en lo futuro es probable sea aun mas solido, se ha logrado llegar a una estabilización de precios, mejorando de este modo notablemente el resultado de la actividad de las Sociedades productoras.

Los principales mercados en el Japon son los de la Costa Oriental de aquel pais. Las condiciones climatologicas son allí tan favorables, que las fluctuaciones del mercado, debidas a los cambios de estacion, no se notan, ni de mucho, en el grado en que se dejan sentir en Europa y en Norteamerica. La Tabla III permite apreciar que tales fluctuaciones vienen a ser, en el Japón, de 6.5 a 9.5%, mientras que en Alemania varian del 3 al 12°, y en Norteamerica del 4.0 al 11.5°.

TABLA III

	Japon	Alemania	Norteamerica (Promedio de los ultimos seis años)
Enero	6.5 %	3 %	4.0 %
Febrero	6.5 %	5 %	4.2 %
Marzo	8.0 %	8 %	6.4 %
Abril	9.0 %	8 %	8.6 %
Mayo	9.0 %	10 %	10.3 %
Junio	8.5 %	10 %	10.8 %
Julio	8.5 %	12 %	11.1 %
Agosto	8.5 %	12 %	11.5 %
Septiembre	8.5 %	12 %	11.0 %
Octubre	9.5 %	12 %	10.6 %
Noviembre	9.5 %	5 %	7.2 %
Diciembre	8.0 %	3 %	4.5 %

Las cuotas correspondientes a los cupos se detallan en la Tabla IV

TABLA IV.

	Cuota del máximo de limitación en %.	Cuota promedia en %.
Junio-Agosto 1928	32	27.6
Septiembre-Octubre	26	22.8
Noviembre	30	26.4
Diciembre-Febrero 1929	35	29.8
Marzo	33	30.0
Abril-Mayo	26	23.7

Como las cantidades de cemento exportadas son rebajadas del cupo nacional, se logra un grado de ocupación efectivo muy elevado, o, lo que es lo mismo: el aprovechamiento de la capacidad productora de las fábricas es muy perfecto. Así, el coeficiente de capacidad llegó a ser, en los últimos años:

	Número de fábricas.	Factor de capacidad (valor medio).
1925	26	83.1 %
1926	30	92.0 %
1927	30	92.5 %
1928	30	93.5 %

Hasta la fecha, se carece todavía de una estadística segura sobre la distribución del consumo del cemento en las diversas zonas en que se le emplea; pero pueden aceptarse las cifras siguientes, fundadas en los datos de que se dispone:

Ferrocarriles	13.9%
Centrales hidroeléctricas	10.3%
Obras de Puertos	3.0%
Carreteras, puentes	6.2%
Otras obras públicas	9.3%
Edificios públicos y construcción de casas	23.6%
Minas	1.0%
Artículos de cemento	2.2%
Consumo particular	29.7%
Varios	0.8%

A pesar de que el Japón ocupa el cuarto lugar entre los países productores de cemento, su consumo por habitante es todavía relativamente bajo, en comparación con el de otros países, según se desprende del siguiente resumen:

Consumo anual de cemento por habitante.

Bélgica	2 barriles	Alemania	0.7 barriles
EE.UU. de Norteamérica	1.46 „	Italia	0.6 „
Dinamarca	1.0 „	Inglaterra	0.47 „
Noruega	0.8 „	Francia	0.43 „
		Japón	0.3 „

Este consumo, todavía escaso, es la mejor garantía de que el porvenir reserva un brillante desarrollo a la industria japonesa del cemento.

La industria polaca del cemento.

por ANTONI EIGER.

La industria polaca del cemento se ha desarrollado considerablemente desde el año 1910. Después de la gran guerra, había en Polonia 16 fábricas de cemento, la mayoría de las cuales estaba situada en la región sudoeste de la República, en la formación Cracovia-Vielon de greda jurásica, en las cercanías de la cuenca carbonífera de Dabrowa, Cracovia y Alta Silesia, como se ve en la Fig. 1 (véase pág. 695). Las fábricas Ros, Firley y Zdobunów, situadas en la región Este de Polonia, fueron parcial o totalmente destruídas durante la guerra, siendo después reconstruídas gradualmente, y volviendo a funcionar en 1923, 1926 y 1928 respectivamente.

El aumento de la capacidad de producción de las fábricas ha sido muy rápido. El progreso fué lento en los años de 1918-21, debido, a la guerra ruso-polaca y las dificultades financieras del nuevo Estado. Las ventas han aumentado desde menos de 200,000 toneladas al año en 1920 hasta 1,000,000 de toneladas en 1928. La capacidad de las fábricas ha aumentado desde unas 750,000 toneladas en 1919 hasta 1,000,000 en 1925, 1,250,000 en 1927, y 2,000,000 de toneladas en 1928.

La curva de capacidad corre casi paralela a la curva de demanda. El año 1929 acusa un gran aumento, porque los productores, animados por el buen mercado de 1928, emprendieron ampliaciones de sus fábricas, y fué también iniciada la construcción de una nueva fábrica de 150,000 toneladas de capacidad durante el año último. El consumo de cemento es relativamente muy pequeño, apenas excede de 30 kilos por habitante, mientras que en Alemania esta cifra es de unos 100 kgs., y en los Estados Unidos, de más de 200 kgs., de modo que hay gran margen para una demanda creciente.

Como resultado del gran desarrollo reciente de la industria, casi todas las fábricas de Polonia tienen equipo moderno. La proporción de producción en las fábricas no equipadas con hornos rotatorios ha descendido de 13.3% en 1920 a 3.9% en 1929. La proporción de producción obtenida con los distintos hornos es como sigue: hornos rotatorios (vía húmeda), 76%; hornos rotatorios (vía seca), 17.6%; hornos verticales automáticos, 2.5%; hornos verticales, 3.9%.

Las primeras materias son: caliza y arcilla, 74.0%; greda y arcilla, 13.5%; marga natural, 12.5%. La marga natural es empleada en tres fábricas, pero tiene que ser corregida con una pequeña dosis de greda o arcilla. Todas las fábricas usan carbón pulverizado para la combustión en los hornos.

La demanda insuficiente del mercado polaco ha obligado a los fabricantes polacos a buscar salida en el extranjero, pero tienen que luchar contra la posición geográfica del país. Como ya se ha dicho, la mayor parte de la producción del cemento en Polonia se halla en la región Sudoeste del país, que está a unos 650 kms. del mar. Otra dificultad que existió hasta hace poco

consistió en que había muy pocas líneas de navegación que saliesen de Dantzig y Gdynia, lo que quería decir que el cemento para el extranjero debía transportarse por ferrocarril, ser embarcado en Dantzig o Gdynia, y en muchos casos ser transbordado en Hamburgo o Amberes, de modo que el comercio con el extranjero resultaba casi imposible. Actualmente ha cambiado este estado de cosas, debido al gran crecimiento de Gdynia, que está ahora en comunicación mediante líneas directas con la India, América del Sur, los Estados Unidos, y el próximo Oriente, de modo que el cemento puede embarcarse directamente hasta dichos países. Otra gran ventaja consistirá en la apertura del ferrocarril del Báltico a la Alta Silesia, que se terminará en 1932.

Las siguientes cifras indican la exportación de cemento polaco. Los principales mercados son los Estados del Báltico, América del Sur, las Colonias del Estrecho y el próximo Oriente: 1924, 29,600 toneladas; 1925, 11,800 toneladas; 1926, 41,100 toneladas; 1927, 150,436 toneladas; 1928, 95,294 toneladas.

Las agrupaciones en la industria se han desarrollado rápidamente en los últimos tres años. En 1926, había dos grupos que ostentaban la propiedad de 45% de la producción total, mientras que el restante 55% quedaba repartido entre 13 compañías. En 1927, tres grupos poseían el 67%, estando el 33% restante en poder de 11 compañías. En 1928, los tres grupos aumentaron su producción a 85%, dejando 15% para ocho fábricas independientes. Finalmente, en 1929, dos grupos han controlado el 90% de la cifra total, y el restante 10% pertenece a cuatro compañías.

La venta de cemento, tanto para los mercados del Interior como para los extranjeros, está regularizada por la "Centrocement, Ltd.," de Varsovia, que actúa como único agente representante de todas las fábricas de Polonia. Una sección especial de la compañía Centro Cement lleva a efecto la propaganda de las aplicaciones del cemento, contribuyendo así a la ampliación del mercado local.

La Fig. 1 (véase pág. 695), es un mapa que indica la distribución de las fábricas de cemento en Polonia; la Fig. 2 (véase pág. 696), es una vista general de la fábrica de Rejowiec; en la Fig. 3 (véase pág. 697) se reproducen dos hornos de 72 m. por 3 m. y uno de 46 m. por 2.45 m. de la fábrica de Wysoka. La Fig. 4 (véase pág. 697) es una vista de un trabajo realizado de noche en una cantera polaca con la ayuda de un proyector.

Aviso.

Todos los artículos publicados en "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" en cualquier idioma, son de absoluta propiedad, y no pueden reproducirse en otras revistas, ni en forma de catálogos, sin el permiso de los propietarios, Concrete Publications, Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, London, Inglaterra

Revista Bibliográfica.

" Guide pratique du chimiste dans l'industrie du ciment." Por Constantin Tsountas. Pp. 102. Paris: " Revue des Matériaux de Construction." Precio 20 fr.

Son tres las clases de lectores a quienes puede ser útil una guía de tal índole: primero, los químicos expertos que desean entrar en la industria del cemento y no tienen experiencia práctica de la fabricación; segundo, los ayudantes, no expertos todavía, de los químicos de fábricas, que aspiran a puestos de mayor responsabilidad; y tercero, los gerentes o directores de fábricas de cemento con escasos conocimientos químicos, que desean poseer suficiente caudal técnico para poder darse cuenta de si los químicos de la fábrica realizan un control acertado de la fabricación. El libro da métodos de análisis químico del cemento y sus primeras materias, incluso de la determinación de la cal. Se describen los ensayos cotidianos de la pasta y de los gases de la chimenea, y se incluyen los métodos para el ensayo de combustibles, lubricantes y aguas. No se da ninguna explicación acerca de lo que hace que sean buenos o malos los gases de la chimenea, los combustibles o los lubricantes, de modo que el lector inteligente se verá en último término obligado a buscar otros textos para poder interpretar los resultados obtenidos bajo la dirección de esta obra.

Se describe un procedimiento para determinar la aptitud de cocción de las mezclas de crudo de cemento, fijándose un patrón para distinguir las pastas o crudos buenos de los que no darán fácilmente resultados satisfactorios después de cocidos en el horno rotatorio. El método consiste en calentar un gramo de la mezcla cruda durante 30 minutos, a 950° C, y determinar la materia insoluble existente en el producto calcinado. Si ésta no excede de un 11%, pueden anticiparse buenos resultados en la práctica industrial; por encima de dicha cifra, la cocción resultaría difícil, y más allá de 12%, prácticamente imposible.

Deben presentarse objeciones al método descrito para la determinación de la cal libre en el cemento, puesto que se basa en el tratamiento del cemento con solución *acuosa* de azúcar.

La determinación del residuo insoluble en el cemento se propone por un método poco corriente, gelatinizándose deliberadamente la sílice soluble, y efectuándose la subsiguiente disolución de esta sílice, mediante un lavado con solución de carbonato sódico sobre un papel de filtro. Un método más ortodoxo consiste en disolver el cemento de tal manera, que se evite la precipitación de la sílice, y hacer hervir el residuo en solución de carbonato sódico. El mismo proceso se recomienda para determinar el residuo insoluble en la caliza y en la marga, pero se hace difícil entender de qué puede servir tal determinación.

En el análisis de carbones, el cálculo de la dosis de humedad se prescribe hacerlo entre los 70 y los 80° C, sistema que ciertamente no conduce a gran precisión; el método normal de análisis de carbón, recomendado, por el Consejo de Investigación sobre Combustibles, fija una temperatura de 105 a 110° C para el ensayo de humedad.

Se dan buenos consejos a los químicos en asuntos tales como la inspección personal de la extracción de muestras, la notificación por escrito de los defectos de molturación y cocción, a las personas a quienes incumbe la responsabilidad de estos procesos, etc. El trabajo del químico de fábrica de cemento será inútil si no procura que se preste atención a sus recomendaciones.

S.G.S.P.

Falso tiempo de fraguado del cemento.

Hemos recibido la siguiente comunicación de Sr Frederick Whitworth, de Bruselas

Muy Señor mio—En contestación a la carta de W T.W , publicada en el numero de Agosto de CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE acerca del falso tiempo de fraguado del cemento, a continuación doy el resultado de algunos experimentos que hice hace algun tiempo, y las conclusiones que de ellos deduje

Se realizaron los siguientes ensayos

(1) Se tomo una muestra de un cemento normal, que no daba señales de falso fraguado, aunque se le amasase con rapidez extraordinaria Se calentó esta muestra hasta 150° C por espacio de media hora, condiciones que equivalen a las de un molino excesivamente caliente, y se obtuvo un falso fraguado inicial al cabo de diez minutos

(2) Se molio una muestra de clinker en un pequeño molino experimental, dividiendola en tres partes Se realizaron los ensayos siguientes

(*a*) Se amaso en las mismas condiciones en que había sido molido, produciendose un fraguado rapido

(*b*) La segunda porcion se amaso después de agregar un 4% de piedra de yeso Se obtuvo así un fraguado moderado, que para empezar requirió aproximadamente una hora y media (ensayo por la aguja de Vicat)

(*c*) La tercera porción se mezclo con 1% de piedra de yeso, calentándola por espacio de media hora hasta 150° C Se produjo así un fraguado fragmentario, acusando algunas porciones un ligero falso fraguado, pero el conjunto de la muestra dio en general un fraguado moderado, como había ocurrido con la muestra (*b*)

De esto deduje lo siguiente El llamado falso fraguado se debe a que una parte de la piedra de yeso fragua por separado, continuando el cemento, por su parte, el curso de su fraguado normal Si el yeso está muy finamente molturado e intimamente mezclado con el cemento, produce una especie de ligera "armazon interior" poco despues del amasado La mayor analogia que puedo ofrecer a esta estructura es la de una esponja empapada en agua: la esponja equivaldria a la armazón del yeso, y el agua a la del cemento Si el yeso deshidratado no está intimamente mezclado con el cemento, o si la molturacion no es excesivamente fina, las particulas del yeso no pueden entrelazarse al fraguar, no pudiendo, por lo tanto, producir dicha estructura, o este no tiene suficiente cohesión para ofrecer resistencia a la aguja de determinación del tiempo de fraguado

Por estas razones, al realizar los experimentos, las condiciones deben aproximarse en todo lo posible a las existentes en los molinos molturadores en cuanto a tiempo, temperatura y amasado mecánico. De otra forma, los resultados obtenidos pueden ser muy desorientadores

También parece que los cementos que acusan el mencionado falso fraguado contienen, sin embargo, suficiente cantidad de SO_3 disuelto para retardar el fraguado del cemento propiamente dicho Una serie de ensayos realizados para averiguar la resistencia a la tracción de un cemento de esta índole demostró que no había ninguna diferencia entre un cemento amasado rápidamente y que se dejaba endurecer, y un cemento reamasado después de haber dejado desarrollar plenamente el falso fraguado. También se vió que un mortero de arena cemento 3 . 1 daba un falso fraguado, demostrando que la estructura "esponjosa" puede existir también en dicha mezcla. Y en realidad, dicha mezcla se parece aún más a la esponja embebida, siendo análogas las

partículas de arena a los agujeros grandes de la esponja, llenos de aire, en los que la tensión superficial es insuficiente para soportar la cantidad de agua.

En algunos de los casos citados por su corresponsal, parece posible que el falso fraguado fuese destruído durante el amasado. Supongo que ésto sucede con frecuencia, y es práctica mía habitual separar una pequeña porción de la pasta durante el amasado, y ponerla aparte para observarla durante el amasado de la porción principal.

Este asunto reviste alguna importancia, pues sé de casos en que ha sido rechazado un cemento que acusaba dicho falso fraguado, aunque su calidad era excelente y no se tropezó con dificultad alguna al emplearlo en la construcción.

Para terminar, deseo a Vdes. mucho éxito con su revista internacional, y puedo asegurarles, por lo observado en distintos países, que la revista de Vdes. es plenamente apreciada.

El horno rotatorio en la fabricación del cemento.—IV.

por W. GILBERT.

Mediciones del carbón y del clinker.

Examinando la columna 7 de la hoja de ensayo, se verá que el carbón bruto pesado durante el mismo, alcanzó la cifra de 282.8 toneladas. Para facilidad del cálculo, resulta conveniente expresar todas las cantidades de carbón en sus equivalentes de carbón "seco." En este caso se hará la transformación siguiente:—

	Toneladas
Carbón bruto pesado durante el ensayo	282.80
Humedad a deducir, 1.85%	5.20
Carbón seco pesado	277.60

Partidas a deducir.—Hay que deducir una pérdida de 5.58 toneladas de carbón, escapadas del secador en forma de materia volátil y polvo (trataremos más adelante de esta cuestión); un margen de 2.35 toneladas por el nivel más alto de carbón existente en la tolva de carbón en polvo al final del ensayo; y un margen calculado en 5.87 toneladas para el calentamiento del horno cada tres horas, después de los paros realizados para tomar los registros del desviador de carbón. Todas estas cantidades se calculan como "carbón seco," y alcazan un total de 13.80 toneladas; de ahí que la cifra exacta que deba tomarse para la cantidad de carbón seco empleado por el horno sea de $277.60 - 13.80 = 263.80$ toneladas.

Clinker producido.—El clinker total pesado, incluyendo la pasta desparramada al extremo de entrada del enfriador, fué de 928.9 toneladas. El tiempo efectivo de funcionamiento, tomado de la columna 2, fueron 133.3 horas; de aquí que la producción de clinker por hora sea igual a

$$\frac{928.9}{133.3} = 6.97 \text{ toneladas.}$$

Para las figs. 1-7, véase el número de enero; para las figs. 8-16, véase el número de marzo; para las figs. 17-20 y la hoja de ensayo, véase el número de abril.

Consumo del horno, expresado en carbon tipo (de 7000 calorias-kg.).—En la columna 12 se indica el valor calorífico promedio del carbón empleado, o sean 7500 calorías-kg. Por lo tanto:

el consumo del horno, expresado en carbón tipo, y en % del clinker, será:—

$$\frac{263.8}{928.9} \times \frac{7500}{7000} = 30.17$$

Mediciones del tiro. –Los promedios de las anotaciones, tomadas cada tres horas durante todo el ensayo, son:—

	Col. de agua
(1) En la caperuza del horno, frente al centro del horno	6.3 mm.
(2) Dentro del horno, al extremo de los gases de salida	9.9 mm.
(3) Frente al horno, al extremo de los gases de salida	15.2 mm.
(4) En la base de la chimenea	35.7 mm.

La chimenea suministraba un tiro mayor del necesario, siendo las anotaciones promedias, a cada lado del registro del horno, de 30 mm y 15.8 mm, respectivamente.

Mediciones de temperatura.—Los resultados promedios son los siguientes: –

	°C
(4) Aire que entraba en el enfriador	22
(5) Aire que entraba desde el enfriador en la caperuza del horno	298
(6) Zona de clinkerización, temperatura de la llama	1480
(7) Zona de clinkerización, temperatura del material	1340
(8) Clinker que salía del horno	1180
(9) Clinker que salía del enfriador	148
(10) Gases de escape al extremo de salido del horno	473
(11) Gases de escape, en la base de la chimenea	310
(12) Aire que entraba en el horno por el tubo del mechero del carbón	28

Las observaciones de las líneas 4, 9, 11 y 12 se tomaron cada tres horas; la de la línea 10 se hizo mediante un registrador continuo; las restantes anotaciones se hicieron durante el día, cuando resultaba oportuno.

La temperatura del aire que entraba en la caperuza del horno desde el enfriador (línea 5) fué medida por el pirómetro de aire caliente previamente descrito (fig. 10, pág. 421)

En la parte delantera de la caperuza del horno, cerca de la base, se empotraron tres tuberías ovaladas, de un paso interior de 90 × 64 mm. (fig. 18, pág. 561). Estas aberturas se emplearon tanto para las mediciones de la temperatura del aire como para las de la cantidad de aire que entraba en la base de la caperuza del horno desde la descarga del clinker. El pequeño espacio existente entre la base de la caperuza del horno y la plataforma del calcinador fué tapado con cemento.

Las cifras de las líneas 6 y 7 se tomaron mediante un pirómetro óptico, y se ha supuesto que eran exactas, pero para la línea 8, la temperatura del clinker que sale del horno, a causa de su situación más expuesta, al calor radiante, el pirómetro eléctrico registró, aparentemente, unos 85° C. de menos. Esta última corrección se determinó mediante un calorímetro de agua, usando un valor de 0.25 para el calor específico del clinker. Es, sin embargo, algo difícil, obtener la verdadera temperatura del clinker que sale del horno, cuando está en marcha, con un calorímetro de agua, y antes de que se obtuvieran

resultados que pudiesen considerarse aproximadamente exactos, tuvieron que realizarse varias tentativas.

El calorímetro consistía, en esencia, en un recipiente interno de cobre, que contenía agua, y un recipiente externo de plancha de hierro, con un espacio de aire intermedio de unos 18 mm. El recipiente exterior estaba recubierto de una gruesa capa de plancha de amianto, arrollada a su alrededor. Había dos tapas, y un tubo central que conducía al recipiente interior. El calorímetro, fijado al extremo de un tubo de hierro, entraba por la puerta delantera de la caperuza del horno, y con él se cogían unos cuantos terrones de la parte exterior de la descarga de clinker que salía del horno. No siempre resultó posible obtener una cantidad a propósito. Se retiraba rápidamente el calorímetro, trasladando apresuradamente el recipiente interno a otro recipiente exterior distinto, que no había sido calentado por la introducción dentro de la caperuza del horno. Se anotaba la elevación de temperatura del agua, obteniendo después el peso seco del clinker. Como valor del calor específico medio del clinker, en el intervalo de las temperaturas de 1200° C. a 15° C., se adoptó 0.25.

Resultó necesario pesar el agua del recipiente interno, antes y después del ensayo, ya que el clinker caliente hasta el rojo-blanco, que se ponía en contacto con el agua, producía cierta cantidad de vapor (ordinariamente de 1 a 1½% del agua empleada) que se escapaba. Tenía que dejarse un margen para el calor latente de esta cantidad de vapor.

Habitualmente, todos los otros detalles que están relacionados con el balance térmico del enfriador se miden con mayor facilidad, y de estas cifras puede calcularse la temperatura del clinker que sale del horno, para un valor dado del calor específico.

Medidas de la cantidad de aire.

Para calcular la cantidad de aire que circula por una tubería o conducto, necesitamos saber: (*a*) la diferencia en columna de agua debida a la velocidad; (*b*) el área de la sección transversal donde se realizan las medidas; (*c*) la temperatura del aire; y (*d*), la altura barométrica, necesitándose una pequeña corrección a causa de las variaciones de esta última. El peso del caudal de aire, en kgs. por minuto, se obtiene de las cantidades arriba citadas, mediante el auxilio de la tabla I. La fórmula correspondiente a la tabla es

$$W = 0.605\ C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$$

La constante C, que tiene en cuenta la temperatura del aire, está tabulada para cada 27.7° C., y también se da la diferencia por cada de grado centígrado. La discusión detallada de este asunto puede hallarse en "The Measurement of Air Flow" (La medición del caudal de aire) por E. Ower, del Laboratorio Físico Nacional (Inglaterra).

La velocidad del aire, en distintas posiciones de la sección transversal de un tubo, dista mucho, a menudo, de ser uniforme; por consiguiente, suele ser recomendable hacer observaciones en distintos puntos a lo largo de dos diámetros que se crucen en ángulo recto, correspondiendo los puntos, en cuanto sea posible, a secciones transversales de igual área. En los tubos de Pitot se suministran graduaciones adecuadas, a fin de que la profundidad de inmersión pueda graduarse mediante una referencia a la superficie exterior del tubo. Las mediciones de la velocidad del aire sería preferible que no se hicieran cerca de la desembocadura de un ventilador, o precisamente detrás de curvas o acodamientos bruscos de la tubería o conducto. Procurando que haya un trozo de uno o dos metros de canal paralelo, antes de la sección

transversal que se mide, la velocidad del aire tenderá a ser más uniforme de lo que sería de otra manera.

TABLA No. 1.

Medida del caudal de aire.

Relación entre el peso del aire que circula por minuto, la temperatura, y la depresión del nivel de agua debida a la velocidad.

Temperatura en °C.	Valor de C.	Diferencia por 1° C.
15.5	302.6	0.50
38	291.6	0.44
66	279.1	0.39
94	268.6	0.35
121	259.0	0.31
142	250.3	0.28
177	242.5	0.26
205	235.4	0.23
232	228.9	0.22
260	222.8	0.20
288	217.2	0.19
315	212.0	0.17
343	207.2	0.16
371	202.7	0.15
398	198.5	0.145
426	194.5	0.137
454	190.7	0.119
482	187.1	0.126
510	183.9	0.115
537	180.7	—

Observaciones.

W = peso del aire que ha circulado, en kgs. por minuto.

a = área de la tubería o conducto, en m^2.

i = nivel de agua debido a la velocidad, en cms.

b = altura barométrica, en mm. de mercurio.

C = constante tabulada para una escala de temperaturas del aire.

Tendremos que:

$$W = 0.605\ C \times a \times \sqrt{i} \times \sqrt{\frac{b}{30}}$$

La temperatura del aire debiera observarse inmediatamente después de medir la velocidad.

Aire que entra en el horno por la tubería del mechero del carbón —Se realizaba la medición a unos 30 cm. de distancia, antes de la pieza del eyector que da entrada al carbón pulverizado en el tubo del mechero del carbón; por consiguiente, el aire estaba allí limpio de polvo. La altura de carga graduada por la velocidad se observaba mediante un tubo de Pitot N.P.L., de modelo ligero, y un nivel de agua corriente de tubo en U. Las cifras necesarias son:

área de la sección transversal (=a) de la tubería de 15 cm. de diámetro	= 0.0182 m^2
nivel de agua debido a la velocidad = i	= 3.0734 cm.
temperatura del aire = t	= 28.3°C
barómetro = b	= 769.6 mm.

Para averiguar C, con una temperatura del aire de 28.3°C, mediante la tabla I:

Valor de C para t = 15.5° C	= 302.6
Menos 12.8° × 0.50	= 6.3
Resulta para C ...	296.3

y

$$W = 0.605 \times 296.3 \times 0.0182 \times \sqrt{3.0734} \times \sqrt{\frac{769.6}{30}} = 29.1 \text{ kgs. por minuto.}$$

Aire que entra en el base de la caperuza del horno.—La sección transversal donde se midió la velocidad del aire, se reproduce en la fig. 18 (pág 564). Se hicieron tres lecturas a distancias adecuadas, a través de cada una de las aberturas del dispositivo de tubos de Pitot, como se ve en la fig. 12, estando vuelto hacia abajo el tubo de velocidad. Las medidas se hicieron mediante el nivel de agua ajustable, ya que la altura de carga producida por la velocidad era inferior a 1.8 cm. Las cifras esenciales eran:

Área de la sección transversal en las aberturas de aforo (=a)	=1.69 m².
Altura de carga media del agua, debida a la velocidad (=i)	=0.12 cm.
Temperatura del aire (=t) .	=298.4° C.
Barómetro (=b)	=772.16 mm.

para hallar C, de la tabla I:

Valor de C para t=288° C	=217.2
Menos 10.4 × 0.19	= 2.0
Por consiguiente C	=215.2

y

$$W = 0.605 \times 215.2 \times 1.69 \times \sqrt{0.12} \times \sqrt{\frac{772.16}{30}} = 395.3 \text{ kgs. por minuto.}$$

La altura media de carga, debida a la velocidad, ha sido dada para mayor claridad, pero en la práctica se suele tomar la raíz cuadrada de cada carga de velocidad, y hallar su promedio para formar así el valor medio de $\sqrt{i}$.

La carga estática (en columna de agua, depresión o presión) en la sección transversal, se observa con el nivel de agua ajustable, desmontando en la cabeza del trípode la conexión que comunica con el tubo acodado, dejando solamente conectado el tubo estático B (fig. 11). El valor promedio en esta ocasión fué solamente de 0.711 cm.

Enfriador del aire que pasa.—Es corriente hacer esta medida con un anemómetro del tipo de molino de viento, puesto que la velocidad del aire suele ser demasiado baja para dar una anotación medible en un nivel de agua ajustable del modelo fuerte. El diámetro del enfriador en su extremo interior es de 1.67 m., dando un área de sección transversal de 2.2 m². Hay un pequeño espacio en el extremo del enfriador, despejado, fuera de los conductos de descarga, en el cual se ponía el anemómetro. Esta observación se realizó varias veces al dia, y se encontró que la velocidad media del aire a la entrada del enfriador era de 129 m. por minuto. El volumen de aire, a 22.5° C, es de 0.833 m³ por kg. Por lo tanto:

$$W = \text{kgs. por minuto} = \frac{129 \times 2.2}{0.833} = 340.$$

La observación resulta un tanto incómoda de hacer, a causa del polvo procedente del clinker que cae. La velocidad del aire a la entrada del enfriador suele ser irregular, y el anemómetro se mueve sobre la sección transversal, a fin de obtener una velocidad media.

De las dos mediciones anteriores del aire, obtenemos que:

	kgs. por minuto.
aire que entra en la base de la caperuza del horno ...	395
aire que entra en el enfriador	340
Diferencia	55

Esta diferencia, suponiendo que las mediciones se han realizado con exactitud, debe representar infiltración de aire alrededor del extremo caliente del enfriador, y alguna infiltración de aire a través de la obra de ladrillo, hasta la descarga del clinker. El aire que entra en dicha descarga de clinker por infiltración alrededor del extremo del enfriador (fig. 18, abril no.) no podía medirse convenientemente, a causa de la radiacion de la cubierta del horno y del clinker al rojo que se derramaba.

Infiltración de aire alrededor del extremo caliente del horno.—La fig. 21 (pág. 703) reproduce un diagrama del anillo de cierre de la caperuza del horno. Una llanta de soporte está colocada a una distancia de 2.35 m. del extremo del horno; y éste era también de construcción muy rígida, y no se deformaba mucho al funcionar. Por consiguiente, fué posible colocar el anillo de cierre bastante cerca del perímetro del horno. Se midió el intersticio en ocho posiciones, y se vió que la anchura media era de 6.8 mm. El aire admitido era aspirado por la depresión existente en la caperuza del horno, y de la fig. 21 (pág. 703) se desprende que la mayoría de la depresión debida a la velocidad se empleaba en dar al aire la velocidad inicial con que entrava por la brecha existente entre el borde del anillo de cierre y la cubierta del horno.

El área total de dicho intersticio, que es un anillo de un diámetro de 2.28 m., es de

$$2.28 \times \pi \times 0.0068 = 0.049 \text{ m}^2.$$

El aire que entra tiene que dar una vuelta muy brusca alrededor del borde del anillo de cierre, teniendo lugar una contracción del chorro. Para un orificio de borde delgado, de una plancha circular, la contracción es aproximadamente 0.63 del área total, pero en este caso las condiciones son diferentes, porque la contracción tiene lugar en una sola arista. Se ha admitido un valor de 0.80, reduciendo así la superficie de la infiltración real a 0.039 m².

Las demás condiciones son:

Tiro en la caperuza del horno = t	= 0.63 cm.
Temperatura del aire entrante = t	= 21.1° C
Barómetro = b	= 769.6 mm.
Valor de C., en la tabla	= 299.8

Y de aquí, mediante la fórmula:

$$W = 0.605 \times 299.8 \times 0.039 \times \sqrt{0.63} \times \sqrt{\frac{769.6}{30}} = 29 \text{ kgs. por minuto.}$$

Cantidad total del aire que entra en el horno.—Podemos resumirla ahora como sigue:

	kgs.
Por el tubo del mechero del carbón	29
Por la infiltración en el horno a través del anillo de cierre de la caperuza	29
Por el enfriador	340
Por la infiltración en el conducto de descarga del clinker (por diferencia)	55
Total	453

Esta cifra total indicada puede aceptarse de momento, y más tarde comparada con otra estimación obtenida del peso del carbón quemado por minuto y de los análisis del carbón y gases de escape.

Fig. 21 (pág. 703) anillo de cierre de la caperuza del horno; fig. 20 (pág. 565) hoja de registro de la marcha del horno (de las 12 h. de un día a la misma hora del día siguiente); Figs. 18 y 19 (pág. 564) conducto de descarga del clinker y extremo del enfriador, dos vistas; A extremo del horno; B caperuza del horno; C conducto de descarga del clinker (de ladrillos refractarios); D borde saliente; E extremo del enfriador; F aberturas de aforo frente a la caperuza del horno; fig. 17 (pág. 562) plano esquemático de la fábrica, A almacén de carbón; B rodillos de carbón; C elevador; D secador del carbón con su hogar; E elevador; F kominor; G refinos tubulares; H elevador; I tolva para carbón pulverizado; J horno rotatorio; K enfriador; L cámara de polvo; M registro del horno; N chimenea para el secador de carbón; figs. 14, 15 y 16 (pág. 428) tres vistas del nivel ajustable de agua. A_1, A_2 recipientes de vidrio para agua; B tubo de comunicación de vidrio; C llave de cierre; D_1, D_2 corchos que sostienen las varillas de los recipientes de vidrio; E marco superior de hierro; F marco inferior de hierro; G_1, G_2 soportes del marco superior; H rueda micrométrica, con 50 divisiones; I tornillo micrométrico, de un paso de 2.50 mm.; J escala vertical dividida en décimas de pulgada; K resorte de tensión; L microscopio provisto de retículo con hilos cruzados; M soporte del microscopio; N dispositivo para sostener el espejo; O soporte del trípode; P_1, P_2 tubos ligeros de caucho; Q_1, Q_2 conexiones para el tubo de presión de caucho, de 1.27 cm., que conduce a los tubos de Pitot.

Cemento importado en el Reino Unido.

A PARTIR del 17 de marzo de 1930, todo el cemento Portland importado en el Reino Unido debe llevar marcado el nombre del país de su procedencia. La Orden Estatutoria del Consejo de Comercio que regula la importación del cemento dice lo siguiente: " No será legal la venta, ni exposición a la venta, en el Reino Unido (a partir del 17 de marzo de 1930), de ningún cemento Portland importado si no lleva una indicación de su origen.

" La indicación de origen irá impresa o estampada, calcada, o de cualquier otro modo pintada o marcada sobre todo saco, bolsa, barril u otra clase cualquiera de envase en que se venda o exponga a la venta el cemento Portland.

" Los géneros a que se aplica esta parte de esta Orden llevarán la indicación de origen prevista por la misma, al ser expuestos a la venta al por mayor, solamente si la persona que de esta manera expusiera los géneros ne fuese un mayorista.

" Ningún punto de esta Orden exige que los géneros a que se aplica esta parte lleven indicación alguna de su origen al tiempo de su importación."

La fábrica Neo-Zelandesa de cemento.

La nueva fábrica de la Milburn Lime & Cement Co., Ltd., de Burnside, cerca de Dunedin, en Nueva Zelanda, ha sido inaugurada oficialmente el 11 de marzo de 1929. En esta fábrica (por Edgar Allen & Co., Ltd.) pueden producirse semanalmente 1000 toneladas de cemento.

Las primeras materias son caliza y marga. Al mismo tiempo que se bomba la pasta, un aparato de sacudidas colocado al pie de la tolva de caliza vacía dicho receptáculo en los cangilones de un elevador de cadena sin fin, que lleva la piedra a un silo de 600 toneladas de capacidad, contiguo al silo de pasta y próximo al primer molino combinado.

Desde el silo, la caliza va, por un transportador de correa, a una mesa giratoria, que con ella alimenta automáticamente un molino combinado en el cual tiene lugar la primera trituración. La pasta es conducida al molino por una rueda agitadora y va fluyendo en el molino, junto con la debida dosis de agua, al propio tiempo que la piedra.

El molino combinado, accionado por un motor de 450 C.V., es de tipo rotatorio, de 11 m. de largo por unos 2 m. de diámetro. En su primer compartimiento se machaca la piedra con bolas de acero forjado. A medida que se va efectuando la molturación, el material pasa al siguiente compartimiento intermedio del molino, donde es molido por bolas más pequeñas. El proceso queda completo cuando el material pasa al tercer compartimiento, en el cual la molturación es efectuada por una carga de bolas de acero fundido muy pequeñas. Del molino combinado, la mezcla de piedra y marga es enviada por una bomba a tres depósitos de corrección, de una capacidad de 360 toneladas cada uno. Se evita la sedimentación mediante una agitación efectuada por aire comprimido.

El horno rotatorio tiene 61 m. de largo y 2.70 de diámetro. Está colocado con una inclinación de 1/24 sobre la horizontal, y va accionado por un motor de 50 C.V.

Un aparato de sacudidas alimenta el transportador, que lleva el clinker a las mesas automáticas de alimentación. En este punto del proceso se agrega al clinker 2% de yeso de Australia. El molino es de dimensiones similares a las del ya descrito, y está accionado por un motor de 450 C.V. El cemento se almacena en 20 silos de 200 toneladas, desde donde un sistema de transportadores de tornillo lo lleva a la máquina ensacadora, que tiene un rendimiento de 25 toneladas por hora.

Se ha previsto la duplicación de cada una de las secciones de la fábrica tan pronto como la demanda del producto se desarrolle lo bastante para hacer necesaria tal medida.

La instalación eléctrica comprende 32 motores que desarrollan un total de 2,100 C.V. Dos de estos motores son instalaciones de 450 C.V., cada uno a 6,600 volts. La Compañía recibe la totalidad de su energía a 6,600 volts y la transforma a 400 volts. La instalación comprende dos motores síncronos que equilibran el factor de potencia de la fábrica.

Fig. 1 (véase la pág. 708) Vista general de la fábrica.

Fig. 2 (véase la pág. 709) Molinos de acabado durante su montaje.